

Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Scuola di Dottorato in architettura
Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura
Dipartimento di Progettazione Urbana

Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura
XXI ciclo

dottoranda: Gabriella De Margheriti

Tutor: Prof. Erminia Attaianese

anno accademico 2008/2009

La percorribilità negli edifici pubblici

*Criteri per il controllo della qualità d'uso dei percorsi e delle
pavimentazioni*

Il coordinatore
Prof. Augusto Vitale

INTRODUZIONE	2
CAPITOLO 1	5
LA PERCORRIBILITÀ NEGLI EDIFICI PUBBLICI	5
1.1 QUALITÀ D'USO DEL COSTRUITO E QUALITÀ DEL CAMMINARE	5
1.2 IL FENOMENO DELLA DEAMBULAZIONE	8
1.3 IL PROBLEMA DELLA SICUREZZA NEL "CAMMINARE": IL RISCHIO DI CADUTA	14
1.4 COMODITÀ E COMFORT NEL CAMMINARE	19
1.5 LE COMPONENTI CHE INCIDONO SULLA QUALITÀ DEL CAMMINARE: COMPONENTI UMANE, COMPONENTI TECNICHE, COMPONENTI AMBIENTALI	21
1.6 LA PERCORRIBILITÀ NEGLI EDIFICI PUBBLICI	27
CAPITOLO 2	33
STUDIO DELLE COMPONENTI UMANE/COMPORTAMENTALI	33
2.1 CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI PROFILI D'UTENZA DEGLI EDIFICI PUBBLICI: I MODELLI DI MOBILITÀ	33
2.2 CARATTERISTICHE MOTORIE E MODELLI DI MOBILITÀ	36
2.3 I SENSI PRINCIPALI E MODELLI DI MOBILITÀ	39
2.4 ESPERIENZA, MOTIVAZIONE E STILE DI VITA: IL RUOLO DEL COMPORTAMENTO SUI MODELLI DI MOBILITÀ	42
2.5 INDIVIDUAZIONE DEI MODELLI DI MOBILITÀ MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVI	44
2.6 RELAZIONE TRA MODELLI DI MOBILITÀ E USO DEI PERCORSI: IDENTIFICAZIONE DELLE ESIGENZE D'USO	66
CAPITOLO 3	72
STUDIO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI E SPAZIALI-FUNZIONALI	72
3.1 INDIVIDUAZIONE DEI FATTORI AMBIENTALI CHE INCIDONO SULLA PERCORRIBILITÀ	72
3.2 INDIVIDUAZIONE DEI FATTORI SPAZIALI E FUNZIONALI	82
CAPITOLO 4	88
STUDIO DELLE COMPONENTI TECNICHE	88
4.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI DELLA COSTRUZIONE CHE INCIDONO SULLA PERCORRIBILITÀ	88
4.2 IL RUOLO DELLE PAVIMENTAZIONI NELLA PERCORRIBILITÀ: IL RIVESTIMENTO COME INTERFACCIA TECNICA	94
4.3 L'ATTUALE QUADRO TECNICO-NORMATIVO RELATIVO AI RIVESTIMENTI PER LE PAVIMENTAZIONI	97
CAPITOLO 5	101
INTEGRAZIONE DELLE DIVERSE COMPONENTI PER L'IDENTIFICAZIONE DEI REQUISITI DI PERCORSI E PAVIMENTAZIONI	101
5.1 MODELLI DI MOBILITÀ, ESIGENZE D'USO, REQUISITI DI PERCORSI E PAVIMENTAZIONI	101
5.2 IL RUOLO DELLE DIVERSE COMPONENTI NELL'OTTICA DI UN CONTROLLO INTEGRATO	172
5.3 INDIVIDUAZIONE DELLE SPECIFICHE TECNICHE DEI PERCORSI E DELLE PAVIMENTAZIONI IN RAPPORTO ALL'INTEGRAZIONE DELLE COMPONENTI DEL CONTESTO	174
BIBLIOGRAFIA	181
SITOGRAFIA	197

Introduzione

La tesi si colloca nell'ambito tematico del controllo della *qualità d'uso* in edilizia, intesa come la capacità del bene architettonico di soddisfare, attraverso prestazioni, le differenziate esigenze d'uso degli utenti finali, fruitori di spazi e attrezzature del bene stesso.

In particolare, la ricerca si specifica nell'ambito del controllo della *percorribilità* pedonale negli edifici pubblici, considerandola come classe di requisiti d'uso e non come singola prestazione, con l'obiettivo di identificare i requisiti tecnici, ambientali e spaziali-funzionali dei percorsi, e le specificazioni e specifiche tecniche degli elementi tecnico-costruttivi interessati, con particolare riferimento alle pavimentazioni.

Tale fine è raggiunto attraverso approcci in grado di interpretare l'ambiente costruito attraverso logiche multidisciplinari ed antropocentriche, analizzando i differenziati usi (attività) che le diverse categorie di utenti fanno del bene edilizio, al fine di cogliere le molteplici e differenti interazioni che l'uomo instaura con l'ambiente edilizio.

L'obiettivo della ricerca nasce dalle considerazioni conclusive di recenti studi¹ relativi al controllo della qualità d'uso negli edifici pubblici, che hanno dimostrato come le maggiori difficoltà riscontrate dagli utenti nell'uso di tali spazi, ad esempio di una stazione ferroviaria, sono legate alla mancata raggiungibilità e percorribilità di tutti gli spazi ed i percorsi in essi presenti, in condizioni di sicurezza, autonomia, comodità e comfort. Il suddetto studio ha anche dimostrato che tali criticità sono dovute soprattutto alla scelta, non sempre consapevole da parte dei progettisti e/o committenti, degli elementi tecnici, delle attrezzature e degli impianti di supporto alla percorribilità (pavimentazioni, corrimano, elementi illuminanti, pareti, ecc.), messi in opera in tali luoghi, in quanto non sempre adeguati a soddisfare le esigenze differenziate di un'utenza ampliata, quale è quella degli edifici pubblici.

In linea di principio una pavimentazione dovrebbe essere in grado di tenere conto di alcuni fattori che concorrono a determinare una buona prestazione di percorribilità della stessa e non diventare, al contrario, la causa di disagi se non addirittura di incidenti.

Tali fattori sono di tipo *oggettivo* e *soggettivo*.

In particolare, le caratteristiche *oggettive* delle pavimentazioni sono legate ai loro aspetti tecnici e cioè alla destinazione d'uso degli ambienti in cui vengono messe in opera, alle

¹ De Margheriti Gabriella, *Architettura e usabilità dei servizi: il controllo di qualità della stazione Porta Nolana – Linea Circumvesuviana*. Tesi di Laurea, Napoli, marzo 2004, Tutor Prof. Attaianese Erminia, svolta presso il LEAS Laboratorio di Ergonomia Applicata e Sperimentale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. - Facoltà di architettura

condizioni di esercizio, alla progettazione e alla posa in opera. Le caratteristiche *soggettive*, invece, sono legate al fattore umano e cioè alle caratteristiche ed ai comportamenti delle persone che vi camminano. Si tratta, quindi, di una caratteristica che deve contemplare l'eterogeneità e la variabilità dell'utente reale, diverso oltre che per abilità cognitive e fisiche (ad esempio le persone con difficoltà di deambulazione costrette ad utilizzare bastoni, stampelle o carrozzine, le persone con difficoltà visive, i bambini, gli anziani, le donne incinte, ecc.), anche per caratteristiche comportamentali, abitudini e stili di vita (ad esempio le persone che hanno fretta di svolgere un'attività, le persone distratte, coloro che si spostano per lavoro, coloro che camminano per svago o i turisti e gli stranieri).

Nell'attualità le norme consentono di classificare le caratteristiche tecniche delle pavimentazioni rispetto ai soli fattori oggettivi, trascurando, invece, il rispetto di quei fattori soggettivi, cioè legati all'individuo, che sono necessari per poter definire una pavimentazione di qualità rispetto all'uso differenziato che ogni utente ne fa.

Inoltre, la consultazione di testi, riviste, norme e documenti on-line, ha consentito di riscontrare la mancanza di univocità nelle definizioni e nella determinazione dei requisiti tecnici delle stesse. In particolare, si è potuto rilevare come l'aspetto della comodità e del comfort del camminare vengano totalmente trascurati, mentre la questione della sicurezza, intesa come rischio di incidenti dovuti a cadute per scivolamento o inciampo sui pavimenti, nonostante sia diventata un requisito delle pavimentazioni fondamentale², viene risolto con il solo rispetto del coefficiente di attrito radente, trascurando il dato che spesso la caduta sul pavimento è causata anche da altri fattori oggettivi, quali la presenza di sostanze esterne su di essa, il trattamento superficie riflettente e abbagliante, il tipo/quantità di illuminazione ed altro ancora.

Non trascurabile, infine, è la generale confusione e disomogeneità normativa italiana ed internazionale circa la definizione di un elenco dei requisiti che le pavimentazioni devono possedere a prescindere dal materiale utilizzato per realizzarle. Infatti, tutte le norme consultate riguardanti la definizione dei requisiti e delle specifiche tecniche delle pavimentazioni sono relative al materiale di cui la pavimentazione è fatta. Esistono, pertanto,

² Ciò è dimostrato dall'entrata in vigore, in alcuni paesi, di norme specifiche. In Italia, ad esempio, il DPR del 24 Luglio 1996, n. 503, *Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici*, così come il DM del 14 Giugno 1989, nr. 236, *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*, impongono l'uso di pavimentazioni antisdrucciolevoli, il cui coefficiente di attrito, deve essere misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.)

norme che definiscono i requisiti per le pavimentazioni ceramiche, altre per le pavimentazioni viniliche, altre ancora per quelle in pietra o in legno, ecc. Tale quadro genera una grande confusione e senso di inappropriatezza in chi deve decidere quale pavimentazione mettere in opera, in quanto è portato, generalmente, a scegliere prima il materiale, sulla scorta di decisioni dettate dal solo aspetto estetico e/o economico, per poi verificare quali sono i requisiti di quella pavimentazione.

Questo, dunque, lo scenario che ha scaturito l'interesse della ricerca di dottorato, il cui obiettivo è l'individuazione dei requisiti *oggettivi e soggettivi* dei percorsi e dei loro elementi tecnici con le relative specificazioni specifiche tecniche, attraverso criteri in grado di considerare l'integrazione tra le diverse componenti che incidono sulla qualità del camminare (componenti umane, ambientali, spaziali funzionali e tecniche).

Il fine è fornire un abaco di requisiti e di specifiche tecniche delle pavimentazioni riferiti all'uso e ai comportamenti dell'utenza reale, che, prescindendo dal materiale con cui sono realizzate, possa rappresentare uno strumento di controllo per la pre-qualificazione delle pavimentazioni negli edifici pubblici sì da offrire alla committenza, pubblica o privata, la possibilità di una scelta consapevole tra le diverse pavimentazioni presenti sul mercato.

CAPITOLO 1

La percorribilità negli edifici pubblici

1.1 Qualità d'uso del costruito e qualità del camminare

Si definisce *qualità d'uso del costruito*³ l'insieme delle caratteristiche dell'ambiente costruito e dei suoi elementi tecnici che gli conferiscono la capacità di soddisfare, attraverso prestazioni, le esigenze d'uso di spazi e ambienti da parte degli utenti fruitori. La qualità d'uso esprime la coerenza funzionale fra l'uomo e i sistemi in cui questi opera ed agisce, poiché rappresenta il livello di adeguatezza e compatibilità dei sistemi alle loro condizioni di utilizzo, in rapporto alle caratteristiche fisiche, psico-percettive e cognitive dei loro fruitori.

La qualità d'uso, quindi, può essere intesa come espressione della supportività dell'ambiente costruito rispetto alle attività che l'uomo deve svolgerci.

Il riferimento normativo principale della qualità d'uso è rappresentato dalla norma ISO 9241/1998⁴, che ha introdotto il termine usabilità, definendolo come l'efficacia, l'efficienza e la soddisfazione con cui determinati utenti raggiungono specifici obiettivi in determinati ambienti. L'approccio offerto da tale norma fornisce una base per definire e misurare la qualità d'uso, enfatizzando che i sistemi non posseggono una qualità d'uso propria, poiché essa dipende dal contesto, e cioè dalle caratteristiche degli utenti del sistema, dal compito/attività che il sistema è chiamato a svolgere e dall'ambiente nel quale tale attività si effettua. La qualità d'uso, di conseguenza, non è una qualità assoluta, ma definibile come di relazione, legata, cioè, alle specificità connesse con il particolare contesto di utilizzo del sistema. È possibile configurare la qualità d'uso come classe di requisiti tecnici, relativi alle condizioni d'uso offerte dagli elementi tecnici ed ambientali dell'organismo edilizio, in grado di assicurare all'uomo lo svolgimento delle proprie attività in condizioni di efficacia, efficienza e soddisfazione, attraverso il soddisfacimento delle differenziate esigenze di accessibilità, percorribilità, sicurezza (safety e security), utilità, piacevolezza e benessere psicofisico complessivo.

Le attuali norme tecniche vigenti in Italia definiscono la “*qualità edilizia*” come *l'insieme delle caratteristiche e delle proprietà dell'organismo edilizio o di sue parti che gli*

³ Cfr. De Margheriti Gabriella, *Qualità d'uso*, definizione del lemma su www.wikipedia.it, voci correlate alla Tecnologia dell'architettura, lavoro svolto nell'ambito delle attività di Osdotta, settembre 2007.

⁴ ISO 9241/1998 (Parte 11). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Guidance on usability.*

*conferiscono la capacità di soddisfare, attraverso prestazioni, esigenze implicite ed esplicite del cliente*⁵. A tale proposito la norma UNI 8289/1981 classifica le esigenze degli utenti, come *l'esplicitazione dei bisogni dell'utenza finale*⁶ e dunque dell'utilizzatore del bene edilizio, al fine di definire il quadro di riferimento di quelle esigenze che, opportunamente trasposte, identificano le prestazioni edilizie, in termini di sicurezza, benessere, fruibilità, aspetto, gestione, integrabilità e salvaguardia dell'ambiente.

Tuttavia, i concetti di qualità, così come definiti dalle norme⁷, seppure pongano, secondo un approccio prestazionale, le esigenze dell'utenza quali elementi cui riferire le caratteristiche del sistema edilizio, non sono esplicitamente riferiti ai modelli di fruizione che l'utente fa del costruito, attraverso, ad esempio, l'analisi delle attività e dei modi di svolgimento delle stesse. Può dunque apparire utile il ricorso, anche nel campo edilizio, ad approcci in grado di integrare gli aspetti puramente tecnici (materico-dimensionali e costruttivi) con quelli relativi al fattore umano (psico-percettivi, cognitivi e comportamentali), al fine di esplicitare la qualità edilizia sempre più in termini di qualità di fruizione dell'edificio nel suo complesso, attraverso la qualità d'uso dei suoi componenti.

Ciò comporta, inevitabilmente, la necessità di riferirsi a logiche di interpretazione dell'ambiente costruito multidisciplinari ed antropocentriche, per consentire di cogliere la vastità di apporti e di relazioni dalle quali dipende la qualità della vita dell'uomo. Il ricorso ad ambiti culturali multidisciplinari risulta quindi necessario per poter integrare aspetti tecnici e umani, sì da controllare la dimensione integrata e complessa della qualità edilizia.

Nel caso di contesti edificati complessi, come sono gli edifici a destinazione pubblica, grosso peso assume la possibilità di analizzare le attività che gli utenti devono poter effettuare, nonché le diverse modalità con cui tali attività vengono svolte.

Tra le attività connesse all'uso del costruito da parte dell'uomo, ad esempio, il camminare rappresenta certamente quella più frequente, se non addirittura, in alcuni edifici, come quelli destinati all'erogazione di servizi pubblici, la principale. Ogni luogo costruito infatti, con i suoi percorsi, collegamenti, spazi e ambienti è realizzato innanzitutto al fine di essere attraversato ed esplorato dall'uomo fisicamente e sensorialmente, al fine di raggiungere gli obiettivi di fruizione di servizi e attrezzature in essi ospitati.

⁵Cfr. UNI 10838:1999, Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.

⁶ Cfr. UNI 8289:1981, Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione.

⁷ UNI EN ISO 8402:1995, Gestione per la qualità ed assicurazione della qualità. Termini e definizioni; UNI 10838:1999, Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.

In particolare, il camminare all'interno degli edifici pubblici rappresenta per l'utente esclusivamente il modo per spostarsi nei vari ambienti di cui è composto. In quest'ottica di solito i percorsi sono visti come entità lineari la cui attenzione da parte dell'utente è riposta esclusivamente ai punti di inizio e di fine, reputando privo di interesse il tratto intermedio. Ciò che conta è arrivare, giungere alla meta, meglio se in tempi brevi. Camminare in tali edifici, poiché si tratta di attività unicamente volta a raggiungere un luogo, è di solito vissuto dall'utente, qualsiasi sia la sua condizione di mobilità, come attività faticosa sia fisicamente che psicologicamente, generando in egli il desiderio che la camminata termini al più presto possibile. Naturalmente Una tale interpretazione del camminare tende sicuramente a ad essere percepita come maggiormente gravosa laddove ci si trovi in presenza di condizioni locomotorie a ridotta funzionalità dell'utente o in condizioni ambientali, spaziali e funzionali dell'edificio inadeguate.

Per garantire ad ogni individuo, qualsiasi sia la sua condizione fisico-motoria, di raggiungere i propri obiettivi d'uso degli edifici, appare necessario definire il concetto di qualità del camminare.

La qualità del camminare può essere definita come la percezione di soddisfazione e benessere che l'uomo riceve durante il suo cammino, attraverso sensazioni di sicurezza, in termini di safety e security, e comfort⁸.



Figura 1 Qualità del camminare e fattori incidenti

La qualità del camminare è, quindi, intesa come qualità percepita del costruito da parte degli utenti ed attiene alla qualità d'uso dei percorsi, ottenuta attraverso il controllo delle

⁸ La definizione di qualità del camminare consiste in una rielaborazione ed ampliamento della norma UNI EN ISO 8402:1995, *Gestione per la qualità ed assicurazione della qualità. Termini e definizioni*. Trasferita all'attività del camminare.

caratteristiche tecniche delle superfici di contatto orizzontali o verticali con cui l'individuo interagisce negli ambienti, esprimibili attraverso la texture, il colore, la piacevolezza tattile, nonché delle caratteristiche funzionali-spaziali e ambientali dei percorsi, attraverso l'organizzazione del layout funzionale, la qualità dell'illuminazione, il benessere termico, la difesa dagli agenti atmosferici. La percezione di qualità del camminare è una sensazione specifica, particolare che l'utente riceve in un solo tempo e in un solo luogo: ciò che succede in quel momento dipende esclusivamente dal comportamento tenuto dall'utente mentre cammina e dalle aspettative di adeguatezza del luogo che l'utente si era preconstituito. In quest'ottica la qualità espressa dal costruito gioca un ruolo fondamentale, poiché deve restituire all'utente quando cammina per spostarsi nell'edificio sensazioni di confort e sicurezza e renderlo consapevole dell'ambiente in cui si muove, consentendogli di provare sensazioni di benessere psico-fisico.

Tuttavia la percezione di qualità del camminare nell'utente è condizionata anche dalle capacità motorie, sensoriali e comportamentali soggettive di ogni individuo, che determinando diverse condizioni di mobilità, condizionano la percezione di comodità e sicurezza nell'uso del costruito.

Allo stato, quindi, grande peso assumono la conoscenza delle componenti fisiche, che rappresentano l'*interfaccia*⁹ tra gli utenti-fruitori e le attività che si svolgono negli spazi costruiti, nonché lo studio delle condizioni di mobilità degli utenti fruitori del bene. Definire l'interazione tra le condizioni di mobilità ed il costruito e comprenderne meccanismi e modalità, secondo approcci multidisciplinari è fondamentale per la determinazione dei requisiti di qualità d'uso dei percorsi e delle sue parti.

1.2 Il fenomeno della deambulazione

Si definisce deambulazione la *facoltà dell'uomo e dei vertebrati superiori di spostarsi da un luogo ad un altro, per mezzo delle gambe*¹⁰. In altri termini per deambulazione s'intende l'atto

⁹Il concetto di interfaccia del costruito rimanda all'idea di collegamento, di legame dinamico tra entità distinte che elaborano segnali di natura diversa. In tale ottica, il ricorso all'interpretazione del costruito come interfaccia tecnica tra un orizzonte esterno (edificio e sue parti costituenti) ed un orizzonte interno (l'individuo e le sue attività) è in grado di cogliere la dimensione complessa ed interattiva che connota l'operatività umana, dove confronto e scambio caratterizzano la comunicazione tra sistemi fisici ed antro-po-sociali, che coesistono e si intrecciano mutuamente. Un tale approccio consente di operare sulle relazioni, sui legami diretti e indiretti tra sistema utilizzatore, sistema utilizzato e contesto d'uso al fine di controllare il livello di complessità determinata dalla rete informativa che si stabilisce tra i sistemi ed incidere sulla qualità della comunicazione scambiata. Erminia Attaianese, *La città malata*, Liguori editore, Napoli, 1997.

¹⁰ Cfr. Tullio De Mauro, *Dizionario della lingua italiana*, Paravia, Bruno Mondadori Editore, 2006.

del camminare, cioè l'insieme dei movimenti che l'uomo compie per incedere, facendo avanzare gli arti inferiori, secondo un meccanismo di alternanza destra-sinistra dell'andatura delle gambe.

Camminare è il mezzo di locomozione abituale dell'uomo, che gli permette di spostarsi mantenendosi in posizione verticale. D'altronde una delle prime attività praticate dall'uomo sulla terra è stata proprio il camminare, con lo scopo di effettuare spostamenti per cercare cibo, ambienti e climi migliori dove vivere, nonché per esplorare e soddisfare le esigenze di acquisizione di nuove conoscenze. Nonostante il camminare sia un movimento innato nell'uomo e la deambulazione sia uno stadio dello sviluppo motorio che ogni individuo acquisisce spontaneamente senza eccessiva fatica. Esso richiede abilità che l'individuo deve acquisire.

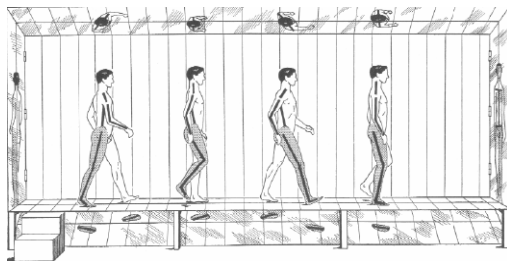


Figura 2 Analisi del passo

A partire dalla capacità di mantenere la posizione eretta, il camminare richiede la capacità di coordinare e controllare il movimento attraverso lo sviluppo dell'apparato muscolare, scheletrico e nervoso. Durante la deambulazione, atto volontario in risposta a stimoli provenienti sia dall'interno del nostro corpo che dall'ambiente, si assiste al trasferimento del carico prima su di un arto e poi sull'altro, carico che, in condizioni ottimali, viene ripartito, più o meno in ugual misura su entrambi i piedi. Durante la stazione eretta, il baricentro corporeo si proietta in condizioni di normalità, centralmente all'interno del poligono di appoggio, mentre durante la fase di marcia il baricentro esce dal poligono di appoggio (fig. 3)¹¹.

Il camminare, quindi, richiede al corpo di risolvere in ogni istante un problema di equilibrio dinamico, dove i sistemi nervoso, muscolare e scheletrico devono integrarsi alla perfezione.

¹¹ Vito Marsico, Biagio Moretti, Vittorio Patella, Salvatore De Serio, Cristiano Simone, *Analisi baropodometrica del passo in soggetti sani anziani ed in pazienti gonartrosici prima e dopo intervento di artroprotesi di ginocchio*, PI-ME, Pavia 2002.

Ogni modificazione di questi sistemi, dovuta a fattori patologici, fisiologici, biologici e psicologici porta ad una alterazione funzionale del movimento.

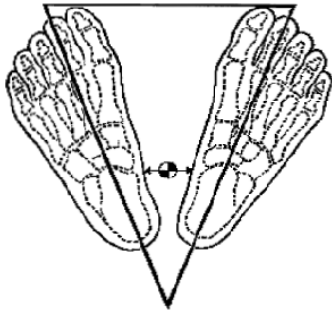
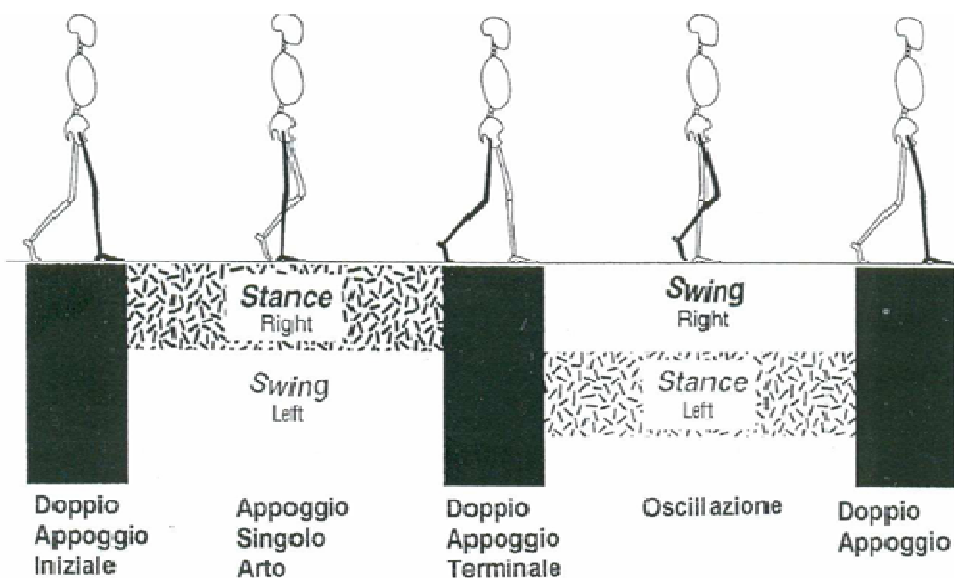


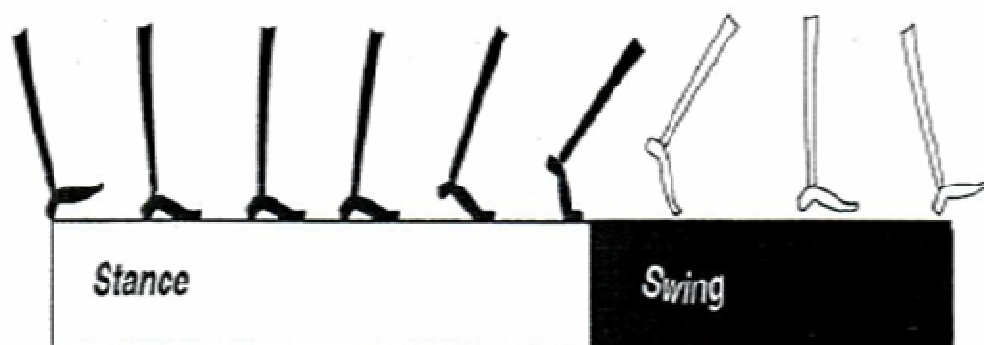
Figura 3 Base e triangolo di appoggio. Proiezione della linea di gravità del corpo durante la posizione eretta

In biomeccanica e in cinematica il fenomeno della deambulazione umana viene osservato e studiato riferendosi al ciclo del cammino (gait cycle), cioè al periodo che intercorre tra due appoggi successivi dello stesso arto sulla superficie di calpestio. Tale intervallo viene suddiviso in due fasi distinte (Figura 5):

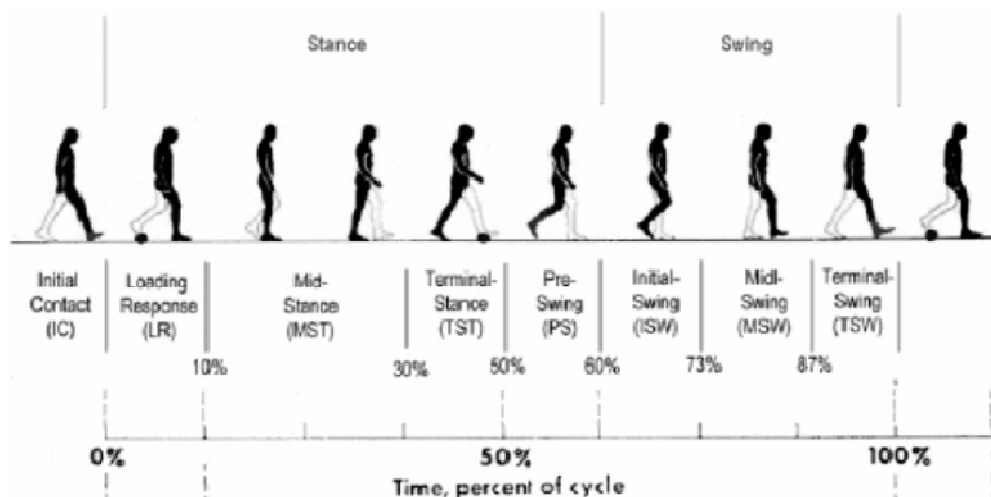
- *Fase di stance* o fase di appoggio, durante la quale il piede rimane a contatto con la superficie di calpestio (nella normale deambulazione occupa circa il 60 % del ciclo del passo, si accorcia sensibilmente con la corsa, riducendosi fino al 37% nella corsa veloce).
- *Fase di swing* o fase di trasferimento/oscillazione, durante la quale l'arto viene portato avanti per prepararsi all'appoggio successivo ed il piede non tocca più la superficie di calpestio (nella normale deambulazione occupa il 40% del ciclo del passo)¹².



¹² Jaquelin Perry, *Analisi del cammino*, edizione italiana a cura di Maria Grazia Benedetti, Elsevier 2005.

Figura 4 Divisione funzionale del passo in due fasi principali**Figura 5** Appoggio e distacco del piede durante le fasi di stance e swing

Le due fasi principali vengono a loro volta ulteriormente suddivise in otto sottofasi (Figura 7), di cui cinque riferite alla fase di stance e tre a quella di swing¹³.

**Figura 6** Divisione funzionale del passo in otto sottofasi

¹³ Le otto sottofasi del ciclo del cammino

Initial contact (contatto iniziale): doppio appoggio iniziale, il piede proiettato in avanti tocca il suolo con il tallone. Corrisponde allo 0 - 2%% del ciclo;

Loading response (risposta al carico): dal contatto di tallone al distacco delle dita del piede controlaterale. Corrisponde al 10% del ciclo;

Mid-stance (appoggio intermedio): dal distacco delle dita del piede controlaterale al distacco del tallone. Corrisponde al 10-30% del ciclo;

Terminal stance (appoggio finale): dal distacco di tallone del lato considerato al contatto di tallone controlaterale. Corrisponde al 30-50% del ciclo;

Pre-swing (pre-oscillazione): dal contatto di tallone controlaterale al distacco delle dita dal lato in appoggio. Corrisponde al 50- 60% del ciclo;

Initial swing (oscillazione iniziale): distacco delle dita del lato in appoggio. Corrisponde al 60-70% del ciclo;

Mid-swing (oscillazione intermedia): tra il distacco delle dita e quello del tallone controlaterale. Corrisponde al 70-85% del ciclo;

Terminal swing (oscillazione terminale): dal distacco di tallone controlaterale al nuovo contatto di tallone nel lato considerato. Corrisponde al 85-100% del ciclo.

Nel complesso, da un punto di vista strettamente funzionale, nel ciclo del cammino si possono distinguere tre momenti. Il primo di adattamento al carico o di doppio appoggio (iniziale o terminale), il secondo di appoggio su un singolo arto e il terzo di oscillazione.

La deambulazione è quindi realizzata da una sequenza ciclica e ripetuta di movimenti ritmici alternati che permette all'uomo di far avanzare il corpo nella direzione voluta, preservando contemporaneamente la stabilità al momento dell'appoggio e al momento dell'oscillazione della gamba per mezzo di una serie di funzioni svolte dall'apparato locomotorio:

- generazione di una forza propulsiva da parte dei muscoli;
- mantenimento dell'equilibrio e stabilità del corpo nonostante le continue variazioni posturali;
- assorbimento del trauma causato dall'impatto del piede con la superficie di calpestio;
- ottimizzazione del gesto atletico in modo da renderlo automatico e poco dispendioso per l'organismo.

In questa alternanza di fasi non esiste volontarietà nel cammino se non nel suo avvio, nelle variazioni di percorso e nella decisione di arrestarsi.

Da un punto di vista strettamente fisico è possibile comprendere l'azione del camminare, intesa come sequenza di passi che i due piedi compiono alternativamente, attraverso la schematizzazione del passo in figura 7.

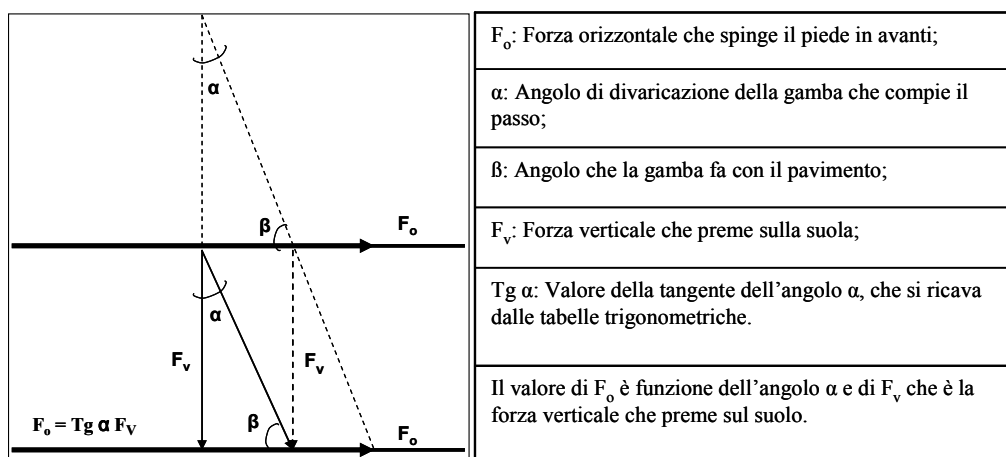


Figura 7 Schematizzazione del passo

Lo schema in figura 7 mostra come l'incedere del passo (forza F_o) dipende dalla lunghezza degli arti inferiori, dalla lunghezza del passo compiuto (angoli α e β) e dalla forza verticale (F_v) esercitata dal piede che poggia sul suolo.

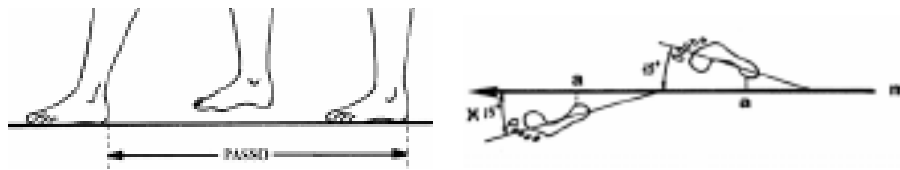


Figura 8 Il piede nel processo locomotorio e quantificazione del passo. La deambulazione è una successione di passi quantizzata da: lunghezza passo (distanza tra appoggi); angolo del passo (asse piede direttrice) e linea di marcia (m in figura).

La fisica delle forze, quindi, risolve il fenomeno della deambulazione come attività strettamente condizionata dalla capacità di ogni individuo di compiere il passo più o meno lungo relativamente alla lunghezza della propria gamba e dalla forza muscolare che ciascun individuo impiega nel camminare.

In sintesi la deambulazione dipende da:

- la forza propulsiva del muscolo che consente coordinazione e movimento (oscillazione) delle gambe e sospensione dei piedi;
- il mantenimento della postura eretta e quindi mantenimento dell'equilibrio;
- le caratteristiche antropometriche dell'individuo.

Il modo di camminare è quindi soggettivo e varia da un individuo all'altro in funzione della diversa capacità di forza e coordinazione muscolare, dalla capacità di mantenere la postura eretta, dalla lunghezza del passo e dalla velocità e cadenza del cammino.

<p>Stability</p> <p>Five factors define and determine stability during walking (Hyde <i>et al</i>, 2002):</p> <ul style="list-style-type: none"> • body weight • height of the centre of gravity above the support base (the area spread by the feet and any other support, such as a walking stick) • size of the support base • relative motion between the centre of gravity and the support base • whether the line of action of the centre of gravity (the gravity line) is within or outside the support base.
--

Figura 9 I cinque fattori che incidono sull'equilibrio durante la deambulazione¹⁴

¹⁴ Secondo gli studi condotti da Carpenter, Lazarus e Perkins, relativamente al rischio di scivolamento sulle superfici di calpestio, i cinque fattori che determinano stabilità ed equilibrio delle persone durante l'attività di deambulazione sono: peso corporeo, altezza del centro di gravità dalla base di appoggio, formato e dimensione della base di appoggio, movimento relativo fra il centro di gravità e la base di appoggio, posizione della linea di azione del centro di gravità all'interno o all'esterno della base di appoggio. In J Carpenter, D Lazarus, C. Perkins, *Safer surfaces to walk on reducing the risk of slipping*, Ciria, London 2006.

La qualità del camminare è, dunque, particolarmente legata alla componente umana, cioè a tutti quei fattori psico-fisiologici e patologici che caratterizzano la variabilità e la diversità dell'uomo reale. Tuttavia anche le caratteristiche dell'ambiente costruito in cui avviene la deambulazione, giocano un ruolo altrettanto importante.

1.3 Il problema della sicurezza nel “camminare”: il rischio di caduta

Da quanto detto risulta chiaro che camminare è una capacità funzionale dell'uomo, che viene gradualmente acquisita, sviluppata e/o modificata nel corso della sua vita biologica per mezzo del funzionamento del sistema nervoso, muscolare e scheletrico, i quali regolano l'equilibrio dinamico durante il movimento. Infatti, la condizione basilare per cui il corpo riesce a stare in equilibrio è che la perpendicolare tracciata a partire dal baricentro (situato nel bacino) cada all'interno della base di appoggio. Pertanto, l'equilibrio dell'uomo resta sempre più o meno instabile ed il rischio di cadere è insito nella sua natura. L'uomo, infatti, può essere paragonato ad un'alta torre con fondamenta strette e base d'appoggio ridotta, tanto che è possibile asserire che tutta la vita dell'uomo è vissuta in condizione di vulnerabilità alla caduta nel camminare, rischio che incrementa o decrementa a seconda delle mutevoli condizioni fisico-motorie, sensoriali e comportamentali di ogni individuo.

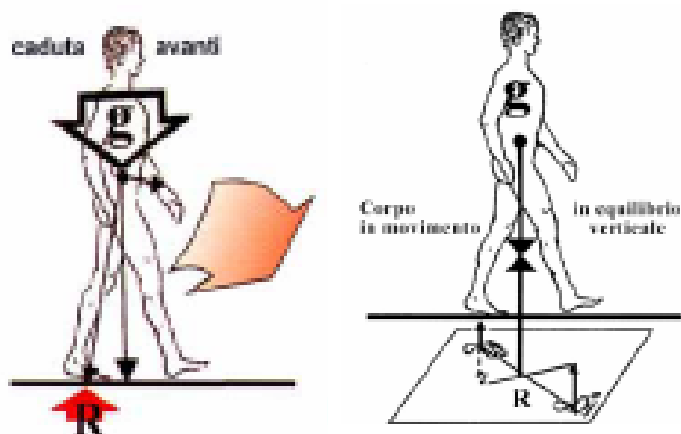


Figura 10 Spostamento del baricentro del corpo umano dalla base di appoggio durante l'attività di camminare. La deambulazione rappresenta in primis un problema di equilibrio, durante la marcia, infatti, il baricentro del corpo dell'uomo entra ed esce alternativamente dalla base d'appoggio.

La caduta è una perdita involontaria dell'equilibrio con impatto al suolo. *La letteratura internazionale definisce le cadute come un improvviso, non intenzionale, inaspettato*

spostamento verso il basso dalla posizione ortostatica, o assisa, o clinostatica. È possibile classificare le cadute in prevedibili, non prevedibili ed accidentali. Le cadute prevedibili sono quelle che accadono in individui già classificati ad alto rischio, le cadute non prevedibili sono quelle che non possono essere ipotizzate a priori e, generalmente, accadono in individui orientati ad episodi di caduta e le cadute accidentali, che, come spiega il termine stesso, sono dovute a fatalità e possono dipendere da fattori ambientali o legati all'individuo¹⁵.

Si possono, inoltre, distinguere le cadute, in funzione del loro andamento/modalità di precipitazione sul pavimento, in *caduta dall'alto* e *caduta sullo stesso livello*.

Le cadute sullo stesso livello avvengono per scivolamento¹⁶ o inciampo¹⁷ sulla superficie di calpestio e sono i tipi di caduta che avvengono prevalentemente durante l'attività del camminare (posizione ortostatica).

Le cause che determinano una caduta sullo stesso livello per scivolamento o inciampo possono essere svariate e relative ad aspetti soggettivi del singolo individuo, ma anche ad aspetti oggettivi, cioè legati all'ambiente costruito.

Principalmente si scivola o si inciampa a causa di alterazioni della postura, per l'incapacità a mantenere l'equilibrio, per la ridotta forza muscolare, per i cambiamenti di andatura e in certi



casi addirittura per la paura/fobia di cadere. La vulnerabilità alla caduta, determinata dalle condizioni di mobilità dell'uomo, però, non è l'unica causa della perdita di equilibrio e conseguente scivolamento/inciampo sulla superficie di calpestio.

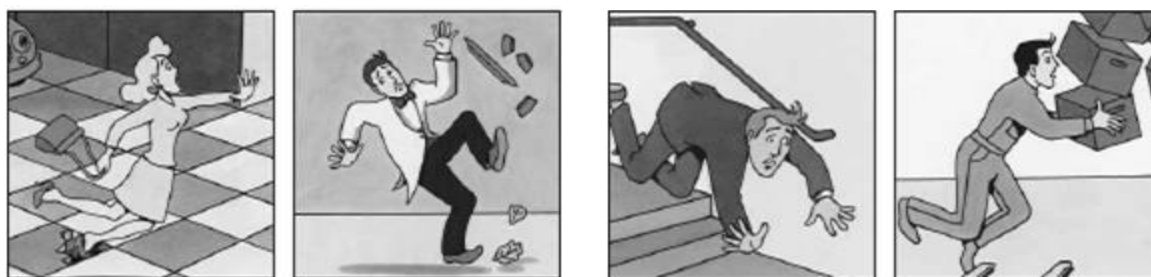


Figura 11 Fattori oggettivi condizionanti il rischio caduta

¹⁵ Cfr. Giovanna Casciarri, *Prevenire gli errori, imparare dagli errori. stop alle cadute*. (a cura di Marco Zucconi) CPSE, Azienda Ospedaliera di Perugia, professioneinfermiereumbria1/07.

¹⁶ *Scivolare*: scorrere con un movimento continuo, volontario o no, su una superficie liscia o in pendenza. Definizione tratta da Tullio De Mauro, *Dizionario della lingua italiana*, Paravia, Bruno Mondadori Editore, 2006.

¹⁷ *Inciampare*: urtare inavvertitamente col piede contro un ostacolo. Definizione tratta da Tullio De Mauro, *Dizionario della lingua italiana*, Paravia, Bruno Mondadori Editore, 2006.

Le caratteristiche del costruito, infatti, rivestono un ruolo fondamentale per la sicurezza nel camminare e per il controllo del rischio di caduta. Superfici irregolari o scivolose, presenza di ostacoli, cattiva illuminazione, ecc., sono solo alcune delle cause dei numerosi infortuni per scivolamento/inciampo che ogni anno si registrano in Italia.

Fermo restando l'interesse della ricerca per la sicurezza del camminare in termini di safety, cioè di sicurezza agli infortuni dovuti alle cadute per scivolamento/inciampo sulla superficie di calpestio, è utile non sottovalutare, però, un altro aspetto della sicurezza quello che gli inglesi traducono come security, cioè sicurezza alle aggressioni e alle intrusioni¹⁸. La security, seppur apparentemente non pertinente al rischio caduta, è un requisito dei percorsi/ambienti da non sottovalutare. Se infatti un percorso/ambiente, per la sua conformazione architettonica, la sua posizione nell'edificio, la sua illuminazione, le sue condizioni di manutenzione non restituisce all'utente, che lo percorre, sensazioni di security, questi può modificare ed alterare il proprio modo di camminare (correre per scappare velocemente da quell'ambiente reputato pericoloso, camminare con distrazione e non vedere ostacoli o non riconoscere le caratteristiche fisiche, ambientali e funzionali del percorso) divenendo vulnerabile alle cadute. In tali circostanze, quindi, il non soddisfacimento del requisito di security in un ambiente/percorso può diventare un problema di safety.

Da un'indagine condotta sui dati statistici in Italia e in Europa si è potuto riscontrare che le cadute figurano tra gli infortuni più frequenti ed avvengono particolarmente durante le attività non lavorative (domestiche e nel tempo libero).

Ogni anno, in Italia, secondo i dati Istat, si verificano circa 3.500.000 infortuni in attività non lavorative, che comportano cure mediche o ricoveri in ospedale, con un conseguente aggravio economico della spesa pubblica. Di questi incidenti più della metà (58%) è dovuto alle cadute e analogamente più della metà degli incidenti dovuti alle cadute sono del tipo *scivolato/inciampato*, cioè si verificano sullo stesso livello (56%). Minore invece risulta la percentuale di cadute sulle scale o dall'alto.

¹⁸ Per sicurezza si intende *una classe di requisiti che caratterizza il costruito e rivolta alla salvaguardia dell'incolumità degli utenti nello svolgimento delle proprie attività. La sicurezza va quindi riferita all'insieme delle condizioni che possono determinare situazioni di pericolo per tutte le categorie di utenti*. Lentini Biagio. *Sicurezza, Generalità*, in Manuale di progettazione edilizia. Vol. 1, Ulrico Hoepli Editore, Milano, 1996. pag. 136.

Quando si parla di sicurezza e di condizioni di incolumità per gli utenti ci si riferisce alla salvaguardia dell'utente agli incidenti e alle azioni determinate da altri soggetti. La lingua inglese, infatti, traduce il termine italiano sicurezza in due termini: safety e security, distinguendo la classe di esigenze della sicurezza per gli utenti rispettivamente in sicurezza contro gli infortuni e sicurezza contro le aggressioni o le intrusioni.

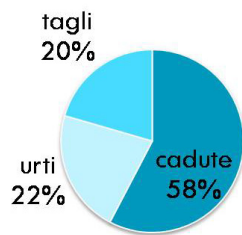


Figura 12 Dati Istat 2006. Cause degli infortuni in attività non lavorative

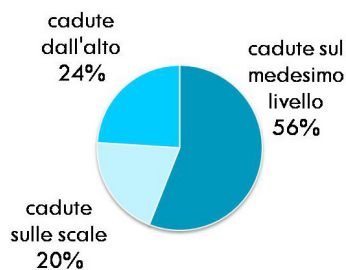


Figura 13 Dati Istat 2006. Percentuali di cadute e tipi di cadute

I dati rilevano che tali rischi riguardano soprattutto gli anziani e i bambini, oltre alla popolazione femminile.

Le statistiche delle cause di morte rivelano che ogni anno circa il 60% dei decessi sono dovuti alle cadute, eventi nei quali ad avere la peggio sono spesso gli anziani ultra sessantacinquenni con una percentuale di mortalità di circa l'88%.

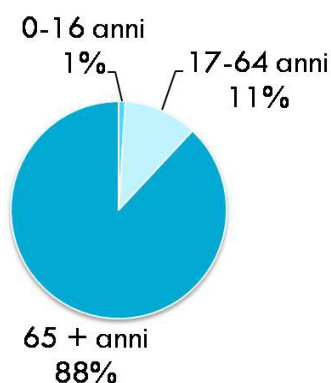


Figura 14 Dati Istat 2006. Decessi per fascia d'età

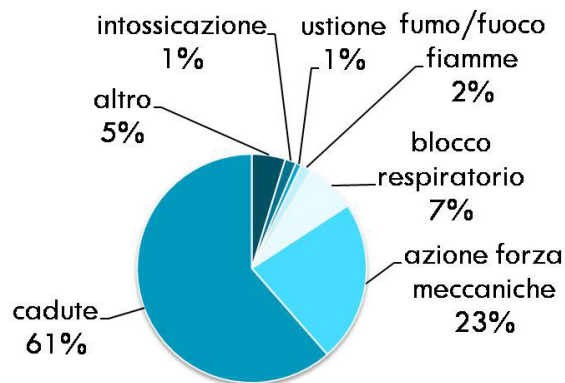


Figura 15 Dati Istat 2006. Decessi secondo la causa

Inoltre, i dati rilevati presso l'*Older Adults Mental Health Care Group of Sheffield Care Trust*, nel settembre del 2001, confermano che anche a livello internazionale il problema non varia (Figura 15).

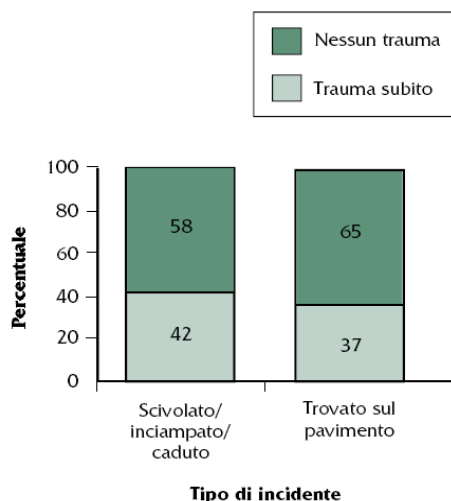


Figura 16 Percentuale traumi subiti nei casi "scivolato/inciampato" e trovato sul pavimento

Tali dati, di per sé già abbastanza allarmanti, uniti al dato riscontrato di un incremento di circa il 20% di tali infortuni nell'ultimo decennio, determinano la consapevolezza che si tratta di un fenomeno da far emergere e da mettere sotto controllo.

La caduta, infatti, rappresenta un evento importante e a volte drammatico nella vita delle persone, perché può modificare il tipo di esistenza solitamente condotto. Oltre a provocare gravi lesioni con complicazioni a lungo termine, se non addirittura la morte, le cadute possono minare la fiducia dell'uomo nelle proprie abilità fisico-cognitive, impedendogli di godere della propria indipendenza, con una conseguente riduzione della qualità della vita.

Comprendere dunque come affrontare il fenomeno della sicurezza nel camminare anche al fine di prevenire il rischio caduta (figura 3), comporta inevitabilmente l'analisi del fenomeno della deambulazione, attraverso l'individuazione delle diverse componenti intrinseche ed estrinseche che incidono sul rischio caduta, al fine di elaborare criteri per controllare come deve avvenire la loro interazione .

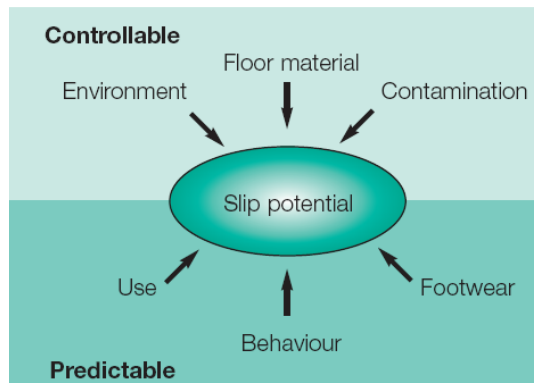


Figura 17 Rischio caduta e fattori incidenti

1.4 Comodità e comfort nel camminare

La percezione di sicurezza, in termini di security e safety, che un individuo riesce ad avvertire mentre percorre uno spazio, indotta dall'interazione con le sue caratteristiche tecniche, ambientali e spazio-funzionali non è l'unica condizione che contribuisce a soddisfare l'esigenza di qualità del camminare dell'uomo. Non bisogna trascurare, infatti, le percezioni di comfort e comodità che necessariamente un individuo deve poter ricevere dall'ambiente mentre cammina, onde evitare affaticamenti e condizioni di disagio.

Le condizioni di comfort e comodità durante il cammino, non sono determinate soltanto, come comunemente si crede, dalle azioni soggettive che ogni individuo può mettere in atto per camminare più comodamente, come ad esempio indossare calzature anatomiche e adatte a camminare o un abbigliamento maggiormente adeguato al tipo di attività. Non sempre, infatti, gli individui camminano per svago, né è possibile che questi possano sempre permettersi di camminare indossando scarpette da ginnastica tipiche del tempo libero anche nelle attività lavorative, per esempio. Tempo e velocità di percorrenza determinati dalle lunghezze dei percorsi, condizioni climatiche e metereologiche avverse, fatica ed energia impiegate dall'uomo mentre percorre, possono rappresentare altri parametri, attraverso i quali gli individui percepiscono un minore o maggiore comfort dei percorsi. Un percorso, pur se privo di quelle condizioni che possono compromettere la sicurezza alle cadute sul pavimento,

potrebbe, comunque, risultare faticoso a chi deve percorrerlo, perché troppo lungo o troppo pendente, o perché troppo esposto ai raggi e al caldo del sole o alle raffiche di vento. Ciò significa che, al fine di soddisfare la qualità del camminare degli utenti, le caratteristiche tecniche, ambientali e funzionali-spaziali dei percorsi non solo devono garantire la loro sicurezza agli infortuni ma non devono neanche provocare condizioni di disagio fisico e psichico.

Tuttavia, tempi e velocità di percorrenza dei percorsi sono parametri molto soggettivi, relativi sia alle caratteristiche personali degli individui (maggiore o minore allenamento fisico, maggiore o minore attitudine all'affaticamento), sia alle caratteristiche oggettive dei percorsi (quali appunto lunghezze o pendenze).



Figura 18 Percezioni di comfort nel camminare: tempo e velocità di percorrenza

Ciò nondimeno, prescindendo dalle reali misure di pendenza e lunghezza, a rendere lunghi i percorsi è spesso la sensazione di fatica provata dall'utente a causa della mancanza di variabilità e diversificazione spaziale e visiva degli stessi. Lunghi percorsi privi di attrazioni visive ed emotive (un panorama dalla finestra o un allestimento di opere d'arte, ma anche un negozio), sprovvisti di aree per la sosta ed il riposo, esposti ai raggi del sole e al caldo, con andamenti poco variabili (assolutamente privi di variazioni di direzione), incomprensibili dal punto di vista cognitivo per l'orientamento ed il wayfinding, possono apparire agli utenti che devono percorrerli più lunghi di quanto metricamente non siano. La noia nel percorrere condiziona la sensazione di energia e di fatica impiegata, generando la percezione di aver percorso un tratto lunghissimo, perché emotivamente insostenibile.

Allo stesso modo condizioni termiche e meteorologiche avverse determinate dalla presenza non gradita di vento, aria fredda o calda e dall'umidità hanno un grosso impatto sul benessere psico-fisico delle persone che camminano, poiché incidono fortemente sul loro sistema termoregolatore. Percorsi che presentano condizioni climatiche di questo tipo provocano

nell'uomo non solo le più comuni alterazioni termiche che si manifestano con brividi o sudorazione, ma anche alterazioni nel comportamento. Accelerare il passo durante il cammino per la fretta di allontanarsi dalle condizioni climatiche avverse è una tipica modificazione del comportamento provocata dalla mancanza di benessere termico degli individui.

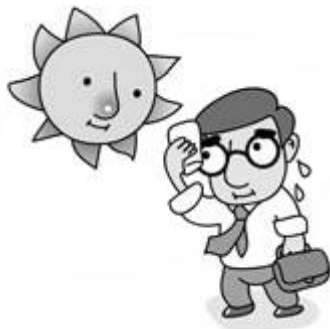


Figura 19 Percezioni di comfort nel camminare: benessere termico

Tali stati d'animo influenzano la qualità del camminare introducendo fattori di rischio connessi all'affaticamento fisico e psicologico che, soprattutto in quegli utenti che per alterazioni del movimento, sensoriali e comportamentali presentano una mobilità alterata, potrebbero influenzare negativamente anche la sicurezza alle cadute.

Alla luce di tali considerazioni risulta necessario considerare, nella definizione dei requisiti di percorribilità di spazi e percorsi, non solo la soddisfazione delle esigenze di sicurezza, ma parimenti quelle necessità di comfort e comodità degli utenti, lette come ulteriori elementi di controllo della qualità del camminare.

1.5 Le componenti che incidono sulla qualità del camminare: componenti umane, componenti tecniche, componenti ambientali

L'analisi del fenomeno della deambulazione e il problema della sicurezza nel camminare, hanno consentito di comprendere che la capacità di camminare, per quanto strettamente legata alla componente umana e quindi alla variabilità e diversità fisico-motoria degli individui, è strettamente condizionata anche dalle condizioni del costruito. Recenti studi¹⁹ hanno dimostrato che dall'abilità nella deambulazione dipendono il 53% dei casi di infortuni dovuti a cadute. La restante percentuale, pari al 47% è causata invece da fattori esterni all'individuo, dipendenti dall'ambiente e con i quali egli si relaziona durante lo svolgimento delle proprie attività di vita quotidiana. Tali fattori, infatti, se non adeguati alle diverse capacità fisiche,

¹⁹ In World Health Organization Europe, *What are the main risk factors for falls amongst older people and what are the most effective interventions to prevent these falls?*, HEN. Health Evidence Network, March 2004.

intellettive e cognitive, né ai ritmi e abitudini di vita personali e sociali dell'uomo, ne compromettono la qualità del camminare.

In ambito tecnico-edilizio, si ritiene che le cause delle cadute sullo stesso livello per scivolamento o inciampo siano dovute esclusivamente alle caratteristiche tecniche delle pavimentazioni. In particolare la letteratura tecnica, e soprattutto la normativa tecnica edilizia, garantisce il requisito di sicurezza (safety) di una pavimentazione, esclusivamente attraverso il rispetto del suo coefficiente di attrito μ . Numerosi infatti sono gli studi e le ricerche²⁰ relative al coefficiente d'attrito e ai metodi di prova per misurare la scivolosità delle pavimentazioni.

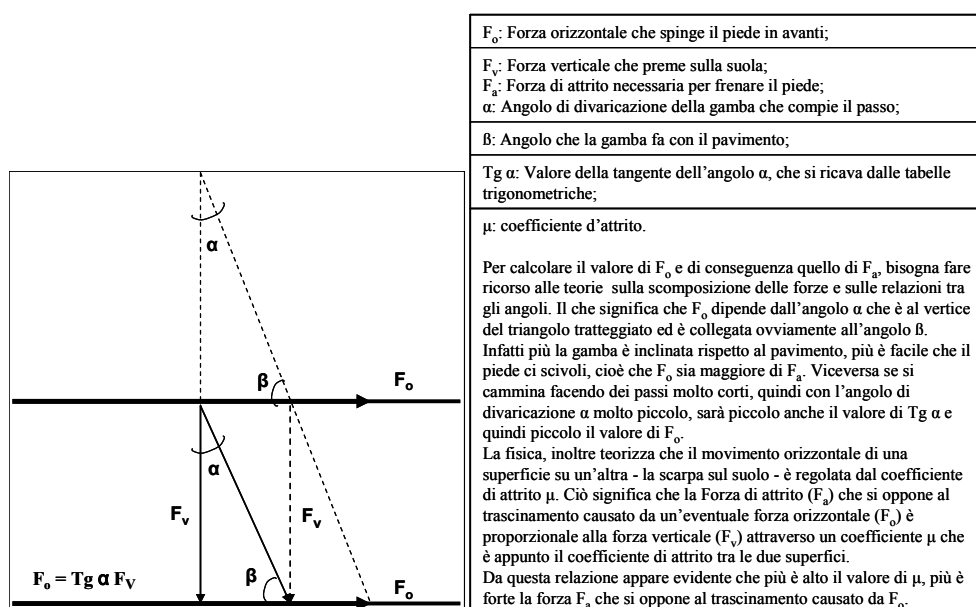


Figura 20 Forze fisiche durante l'interazione suola-superficie

In effetti, da un punto di vista tecnico, essendo F_a la forza di attrito ed F_o la forza orizzontale che spinge il piede in avanti, questi non scivola se F_a è superiore o uguale a F_o (Fig. 19)²¹

Tale approccio, però, nel tener conto di questo unico fattore oggettivo della pavimentazione, trascura il rispetto di molti di quei fattori soggettivi, cioè legati all'individuo, necessari per poter definire una pavimentazione di qualità, rispetto all'uso differenziato che ogni utente ne fa. Il rischio di caduta non è esclusivamente legato al coefficiente di attrito, poiché questo infatti determinato aprioristicamente dalle norme è un numero il cui valore dipende dalla

²⁰ In particolare ci si riferisce ai numerosi studi relativi al coefficiente di attrito delle pavimentazioni condotti da Wen-Ruey Chang dell'istituto Liberty Mutual Research Institute for Safety, 71 Frankland Road, Hopkinton, MA 01748, USA.

²¹ *La scivolosità dei pavimenti incerati*, in http://www.italservizi.it/it/pulizie/La_scivolosita_dei_pavimenti_incerati.asp

natura delle due superfici che interagiscono nel camminare, quali la suola delle calzature e le superfici del pavimento e dunque dalla loro rugosità, dalla loro temperatura, nonché dalla variabilità delle condizioni meteorologiche dell'ambiente in cui la pavimentazione viene messa in opera (presenza di umidità dell'aria, presenza di irraggiamento, acqua piovana), dalle condizioni di illuminamento e soprattutto dalla variabilità del modo di camminare di ciascuno individuo.

Di solito le discipline tecniche, quindi, giungono a risultati caratterizzati da una bassa integrazione tra le considerazioni relative alla dimensione tecnica, ambientale e funzionale-spaziale con quelle relative alla dimensione umana/comportamentale, poiché non tengono conto dei processi di interazione che l'utente instaura con l'edificio durante le attività di fruizione dello stesso.

Factors included within Slip Potential Model

Factor		Chapter in which discussed
1	Contamination	5
2	Cleaning	6
3	Footwear	7
4	Environment	8
5	Human (pedestrian) factors	9
6	Floor surface material	10

Figura 21 Fattori che incidono sul rischio caduta²²

Nello scenario finora delineato, pertanto, si mostra utile il concetto di interfaccia²³. Attraverso questo concetto e il suo significato connesso all'idea di collegamento, legame dinamico tra

²² Secondo gli studi condotti da Carpenter, Lazarus e Perkins, relativamente alla sicurezza alle cadute sulle superfici di calpestio, i fattori che incidono sul rischio di scivolamento o inciampo sulla pavimentazione sono: presenza di sostanze contaminanti sul pavimento, pulizia della superficie del pavimento, tipo di scarpa calzata, condizioni ambientali, fattori umani, caratteristiche del materiale utilizzato per il rivestimento della pavimentazione. In J. Carpenter, D. Lazarus, C. Perkins, *Safer surfaces to walk on reducing the risk of slipping*, Ciria, London 2006.

²³ Erminia Attaianese, *La città malata*, Liguori editore, Napoli, 1997.

entità distinte che elaborano segnali di natura diversa (oggettivi e soggettivi), è possibile cogliere la dimensione interattiva che connota ogni attività umana, dove confronto e scambio caratterizzano la comunicazione tra sistemi fisici e sistemi antropo-sociali. Un'interfaccia è un qualsiasi dispositivo che permette ad un utente di poter utilizzare le funzionalità di un dato sistema. Sono interfacce, ad esempio, il frontalino dell'autoradio, la pulsantiera dell'ascensore, il quadro elettrico di un impianto, la tastiera del cellulare, ecc. La pulsantiera dell'ascensore, infatti, è lo strumento di cui l'utente si serve per interagire in maniera semplificata con un sistema tecnologicamente complesso, qual è l'ascensore. L'interfaccia, quindi non deve mostrare all'utente qual è la tecnologia del sistema ascensore che gli consente di salire e scendere o di aprire le porte, ma deve unicamente consentirgli di compiere le attività d'uso previste dalla fruizione dell'ascensore.

Secondo tale logica anche le unità ambientali e i loro elementi tecnici possono intendersi come interfaccia fisica tra l'uomo e il sistema edilizio, e cioè come luogo fisico e cognitivo dell'interazione dell'uomo con il sistema.

Ogni individuo infatti, durante le attività di fruizione di un organismo edilizio interagisce fisicamente e cognitivamente con esso.

Tale interpretazione del costruito implica che il progetto di architettura nella fase di definizione dei requisiti e delle prestazioni attese debba tener conto del processo di interazione uomo sistema, attraverso l'individuazione e l'analisi di tutti quei fattori che ne sono coinvolti, e cioè i fattori umani, ambientali, funzionali e tecnici.

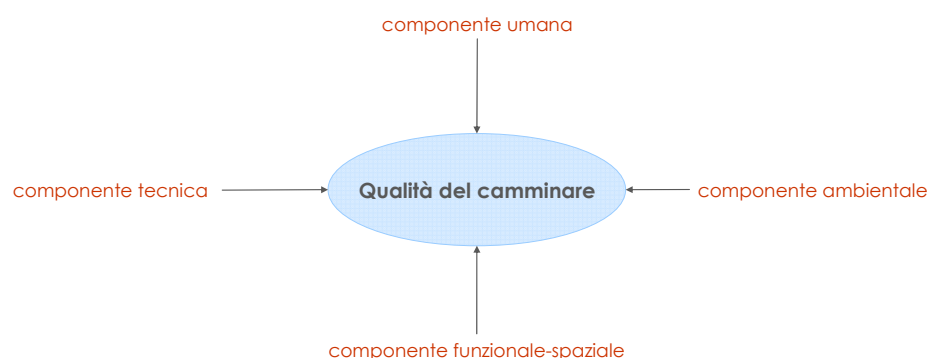


Figura 22 Componenti incidenti sulla qualità del camminare

Il rischio di caduta per scivolamento o inciampo sulla pavimentazione, durante l'attività del camminare, attività di interazione fisica e cognitiva tra l'uomo e il costruito, non può essere risolto soltanto attraverso il controllo dei fattori tecnici della pavimentazione (coefficiente d'attrito), poiché questi non sono gli unici elementi del sistema edilizio con cui l'utente

interagisce durante la deambulazione. L'interazione, infatti, è determinata dalle componenti umane, delle componenti tecniche, delle componenti ambientali e della componente funzionale-spaziale.

È necessario considerare, infatti, che ogni persona, in condizioni ordinarie, ha un suo personale modo di camminare e ciò in considerazione di alcuni fattori, quali l'età, le ridotte o assenti abilità motorie, sensoriali e cognitive dovute a patologie disabilitanti, la personale motivazione per cui percorre certi spazi e, non in ultimo, il comportamento e le abitudini di vita.

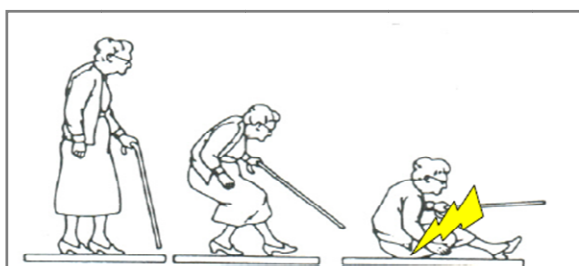


Figura 23 La componente umana e la qualità del camminare

Dal punto di vista oggettivo, grosso peso assumono nel rischio caduta le componenti tecniche, ambientali e funzionali-spaziali del costruito. Le condizioni in cui si presenta la pavimentazione, mostrando sconnessioni, superfici irregolari (soglie, gradini rialzi poco visibili), troppo lucide o sporche, possono provocare indesiderati scivoloni.



Figura 24 Le componenti tecniche, ambientali, funzionali-spaziali e la qualità del camminare

Analogamente ambienti poco illuminati o troppo illuminati, differenti condizioni climatiche (pioggia e umidità) che incidono sulle caratteristiche di scivolosità del pavimento, o ancora rumori di fondo o i rumori esterni, percorsi troppo lunghi e segnaletiche inappropriate sono aspetti che non possono essere trascurati nella considerazione dei fattori che incidono sul

rischio caduta, perché possono condizionare fortemente la capacità di deambulazione dell'uomo.

<p>Fattori di rischio per cadute possono essere largamente classificati in tre categorie: fattori intrinseci (o individuali), fattori estrinseci (o ambientali) ed esposizione al rischio¹².</p> <p>Fattori di rischio intrinseci</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Storia di cadute ♦ Et� ♦ Sesso femminile ♦ Abitare da soli ♦ Assunzione di farmaci psicotropi ♦ Assunzione di pi� farmaci (pi� di quattro) ♦ Malattie croniche <ul style="list-style-type: none"> ♦ Malattia polmonare cronica ostruttiva ♦ Depressione ♦ Artrite ♦ Mobilit� compromessa ♦ Paura di cadere ♦ Carenze nutrizionali ♦ Deficienza di vitamina D ♦ Facolt� intellettive compromesse, demenza ♦ Indebolimento capacit� visive (cataratta, glaucoma, ecc.) ♦ Problemi al piede (calli, deformit� delle dita, ulcere, ecc.) ♦ Storia di Stroke, Morbo di Parkinson ♦ Infezioni acute/malattia (infezioni tratto urinario, influenza ecc) 	<div data-bbox="742 392 885 526"> <p>EUNESE</p> </div> <div data-bbox="965 392 1252 616"> <p>EUROPEAN NETWORK FOR SAFETY AMONG ELDERLY</p> </div> <p>Fattori di rischio estrinseci</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Pericoli ambientali (scarsa illuminazione, pavimento scivoloso, superfici irregolari, ecc.) ♦ Calzature ed abiti inappropriati ♦ Inappropriati aiuti alla deambulazione o mezzi di assistenza ♦ Cadute salendo o scendendo dall'autobus o nel mezzo stesso, cadute da sgabelli, sedie, letti, scale, tetto, alberi, acqua bollente, in strada come pedoni o guidatori, uso di attrezzi ecc¹⁷ <p>Esposizione al rischio</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Alcuni studi suggeriscono che i soggetti pi� attivi e quelli meno attivi sono a pi� alto rischio di cadute ♦ Attivit� specifiche sembrano aumentare il rischio di cadute, incrementando l'esposizione a condizioni ambientali rischiose (pavimenti scivolosi od irregolari, zone in disordine, superfici rovinate), fatica acuta, o pratiche insicure durante sessioni di esercizio fisico
--	---

Figura 25 Fattori di rischio intrinseci ed estrinseci che incidono sul rischio caduta.

Foglio di Informazione. Prevenzione delle Cadute negli Anziani. *Sicurezza negli anziani-Focus sugli Infortuni Non Intenzionali*. Center for Research and Prevention of Injuries-CEREPRI. Department of Hygiene, Epidemiology and Medical Statistics, School of Medicine, Athens University

Da queste considerazioni, avendo compreso che esistono pi  componenti che incidono sul rischio caduta e non potendo agire da un punto di vista tecnico sul comportamento che hanno le persone quando camminano, l'obiettivo   di trovare un criterio in grado di controllare in maniera integrata le componenti tecnica, ambientale e funzionale-spaziale, tenendo in debita considerazione la variabilit  umana²⁴.

Appare evidente che si tratta di una questione complessa, poich  molteplici e differenziati sono gli input del processo di analisi della percorribilit . Si tratta infatti di determinare univocamente le caratteristiche di un elemento tecnico, quale pu  essere la pavimentazione, che deve essere in grado di soddisfare esigenze d'uso differenziate.

Alla luce di tali considerazioni appare necessario condurre lo studio della componente umana, in rapporto alla fruizione di un percorso in modo da identificare adeguati input del progetto, secondo una logica di tipo esigenziale/prestazionale in modo da comprendere sulla base di

²⁴ Erminia Attaianese, *La citt  malata*, Liguori editore, Napoli, 1997

quali elementi di natura tecnica è possibile migliorare la qualità della percorribilità. L'identificazione dei requisiti d'uso delle pavimentazioni in termini di percorribilità e l'individuazione di adeguate specifiche tecniche delle pavimentazioni in relazione all'uso differenziato che ogni utente ne fa potrebbero costituire utili riferimenti per il controllo e la progettazione di percorsi maggiormente sicuri e confortevoli per l'utenza.

1.6 La percorribilità negli edifici pubblici

Un ambiente di tipo pubblico può essere definito *un luogo per uso civile accessibile a più persone che lo frequentano, occasionalmente, saltuariamente o regolarmente, per finalità diverse dalla residenza privata*²⁵. Tale definizione mostra che l'attributo "pubblico" è associato a due aspetti fondamentali: la frequentazione e l'uso. Dal primo punto di vista, pubblico significa "aperto al pubblico" o "frequentato dal pubblico", ovvero da un insieme numeroso – effettivamente o potenzialmente - di utenti. Quanto al secondo aspetto, la definizione più chiara è quella in termini negativi: un ambiente pubblico è un ambiente ad uso non residenziale e non industriale²⁶.

Pur se si limita ad evidenziare alcuni aspetti della complessità di un luogo pubblico quanto descritto apre la strada ad alcune osservazioni.

La frequentazione, ad esempio, non richiama solo i concetti di numerosa quantità di utenti, connessa quindi, ai livelli di sollecitazione meccanica a cui gli elementi tecnici, tra cui le pavimentazioni, dell'ambiente pubblico sono sottoposte. Né l'uso richiama soltanto un concetto di ambiente non ad uso elusivamente privato. Frequentazione e uso sono due aspetti che chiamano in gioco immediatamente l'utenza, cioè un insieme numeroso e pertanto differenziato oltre che per le caratteristiche fisico-motorie, percettive e cognitive ma anche per gli usi differenziati che dei luoghi e delle sue attrezzature essi ne fanno. Il concetto di pubblico, dunque rimanda ai concetti di utenza ampliata, qual è l'utenza di un edificio pubblico e di interfaccia, quale può essere considerato l'edificio pubblico.

Si definisce "utenza ampliata" quella categoria di utenza composta dalla moltitudine degli individui, diversi per sesso, età, abilità fisiche e cognitive, formazione culturale, estrazione sociale, abitudini ed esperienze di vita. Un' utenza uomo o donna che, nelle diverse fasi della

²⁵ Cfr. Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, "Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo", Edicer, Bologna 2004, pag. 18.

²⁶ Cfr. Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, "Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo", Edicer, Bologna 2004, pag. 18.

vita è bambino, giovane, adulto, anziano e che nel corso della vita può andare incontro a cambiamenti temporanei o permanenti delle abilità fisiche, motorie, psichiche o sensoriali. L'utenza ampliata è l'uomo reale con i suoi bisogni individuali espressi in funzione delle sue personali e specifiche caratteristiche²⁷.

Per quanto concerne il concetto di interfaccia, la definizione di edificio pubblico sopra fornita evidenzia come l'edificio pubblico può essere interpretato come uno strumento di cui l'utente si serve per compiere tramite esso tutte le attività di fruizione del servizio in esso erogato, di qui il ruolo dell'edificio pubblico come interfaccia tra il servizio che in esso si eroga e l'utente che deve fruirlo. Secondo tale accezione l'edificio deve possedere requisiti d'uso tali da soddisfare efficacemente ed efficientemente lo svolgimento delle attività degli utenti. Inoltre l'edificio pubblico è un'interfaccia complessa perché destinata ad un'utenza ampliata che interagisce (usa) con i suoi spazi e i suoi elementi in maniera differenziata, implicando la determinazione di diverse percorribilità nello stesso ambiente/percorso.

La scelta degli edifici pubblici come ambito di applicazione della ricerca nasce dalla considerazione che tali luoghi pongono per le esigenze di fruizione del servizio in esso erogato si manifestano come architetture di transito piuttosto che stanziali. Spesso, infatti, l'architettura degli edifici pubblici si plasma sui suoi percorsi che esprimono la condizione del *muoversi*. Negli aeroporti, stazioni ferroviarie, metropolitane, ma anche ospedali, tribunali, ecc, il complesso articolarsi di ingressi, uscite, passaggi, percorsi, atri da risolvere funzionalmente e con chiarezza di lettura delle diverse sequenze spaziali costituisce il problema progettuale principale di tali edifici che si configurano in genere come tipologie aperte, architetture spazialmente dinamiche.

A livello distributivo, infatti, negli edifici pubblici, sono molto rilevanti i collegamenti interni tra le diverse aree funzionali che costituiscono l'organismo edilizio. Il connettivo costituisce quantitativamente la parte più utilizzata in tutte le condizioni d'uso e la più soggetta a cambiamenti, a volte repentini, delle loro prestazioni rispetto alla percorribilità da parte dei soggetti.

La capacità la capacità dei percorsi/ambienti di fornire all'utente condizioni di adeguatezza rispetto alla sua attività di deambulazione, può essere definite attraverso una classe di requisiti

²⁷ Cfr. De Margheriti Gabriella, Attaianesi Erminia, Duca Gabriella, *Applicare i principi della norma ISO 9000/2000 al controllo della qualità edilizia: il fattore umano come elemento strategico*, in Violano A., *Strumenti e Metodi per la gestione della qualità nel costruire. Vol. I La qualità nel progetto di architettura*, Alinea, Firenze, 2005.

a sé stante per assicurare la qualità del camminare alla differenziata utenza degli edifici pubblici.

Si definisce *percorribilità*²⁸ la condizione di una strada o di un tratto, che può esser percorso a piedi o con un mezzo di locomozione. Anche, più genericamente, l'essere percorribile, che può essere percorso. La percorribilità pedonale dei percorsi interni o esterni dello spazio costruito esprime dunque la capacità degli stessi di fornire all'utente condizioni di adeguatezza rispetto alla sua attività di deambulazione. Essa, quindi, può essere intesa come classe di requisiti riferita alla qualità d'uso del camminare nell'ambiente costruito, ottenuta attraverso il soddisfacimento delle esigenze di sicurezza, in termini di safety e security, accessibilità, orientamento²⁹, wayfinding³⁰, benessere psicofisico dell'utente fruitore dei percorsi.

²⁸ La capacità di camminare, seppur strettamente legata alla componente umana, e quindi alla variabilità e diversità fisico-motoria degli individui, è condizionata anche da fattori fisico tecnici ed ambientali esterni all'individuo con i quali egli si relaziona durante lo svolgimento delle proprie attività di vita quotidiana. Tali fattori, se non adeguati alle capacità e limitazioni fisiche, abilità intellettive e cognitive, ritmi e abitudini di vita personali e sociali dell'uomo possono compromettere il soddisfacente svolgere delle sue attività. In tale ottica, se è vero che tutte le attività umane, come ad esempio il camminare, sono la parte della fenomenica di interazioni che hanno luogo fra gli uomini e l'ambiente nella complessità delle variabili fisiche, chimiche, simboliche, sociali e culturali e che ogni essere umano conduce la sua esistenza in relazione e come parte del contesto che lo circonda, cioè vive nell'ambiente non come soggetto, ma come partecipante, è necessario, nella determinazione della classe di requisiti della percorribilità dei percorsi, tener conto non solo delle componenti fisico-tecniche e fisico-ambientali, che caratterizzano il percorso, ma anche della componente umana, cioè delle esigenze determinate dalle differenziate caratteristiche fisiche, motorie, sensoriali e comportamentali degli utenti che usano gli spazi nell'attività del camminare. Cfr. De Margheriti Gabriella, *Qualità d'uso*, definizione del lemma su www.wikipedia.it, voci correlate alla Tecnologia dell'architettura, lavoro svolto nell'ambito delle attività di Osdotta, settembre 2007.

²⁹ *Da un punto di vista cognitivo l'orientamento spaziale rappresenta la possibilità per l'uomo di formarsi una rappresentazione mentale o mappa cognitiva dell'ambiente in cui si trova. Un individuo è spazialmente orientato quando è in grado di rispondere alla domanda "dove mi trovo".* Cfr. Daniela Sorana, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale*, in *Paesaggio urbano*, 4/2000, pag. 69.

³⁰ *Dal punto di vista cognitivo l'attività di wayfinding rappresenta la possibilità per l'individuo di elaborare mentalmente i piani di spostamento da effettuare attraverso l'ambiente per portarsi da un punto ad un altro. Un individuo è efficiente in termini di wayfinding quando è in grado di rispondere alla domanda "come faccio da questo punto X a raggiungere la destinazione Y".* Cfr. Daniela Sorana, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale*, in *Paesaggio urbano*, 4/2000, pag. 69.

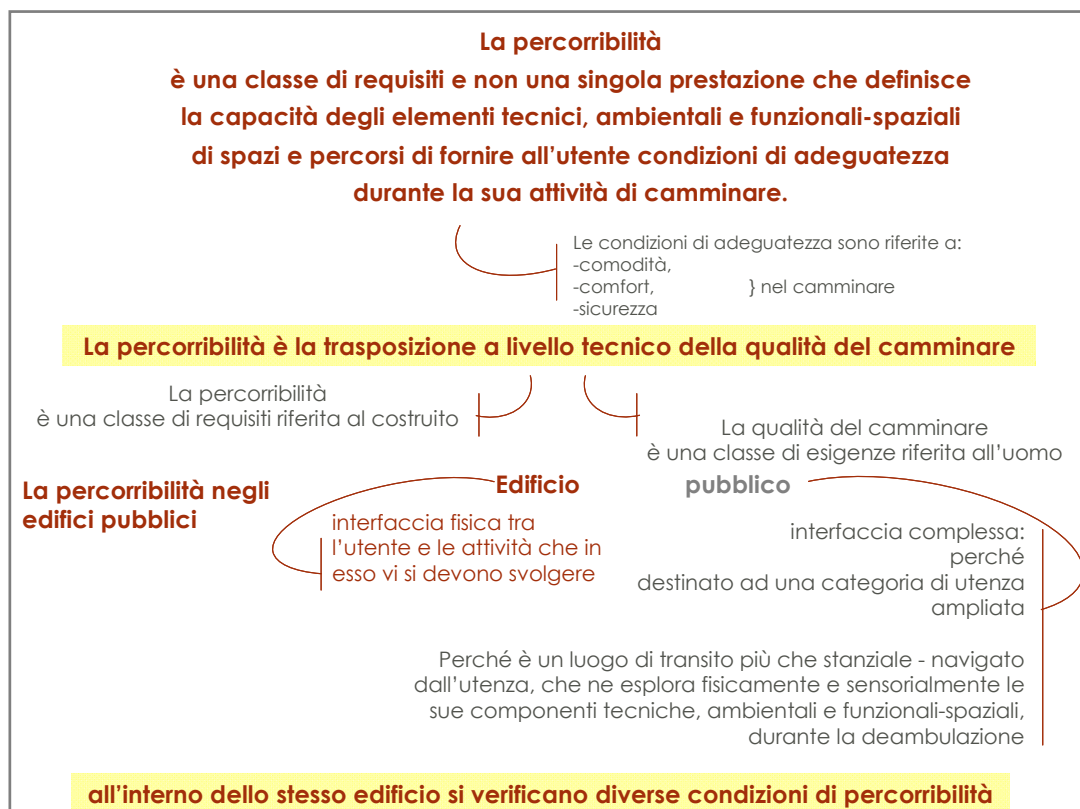


Figura 26 Percorribilità e qualità del camminare negli edifici pubblici

Le attività di accedere, percorrere, raggiungere spazi, ambienti e attrezzature presenti in tali edifici in condizioni di benessere, sicurezza, comfort, riconoscibilità attraverso comodi, sicuri e, se possibile, rapidi spostamenti, sono essenziali per gli utenti fruitori dei servizi in essi erogati. L'utente, quando cammina in tali luoghi, necessita di spazi adeguati per raggiungere comodamente. Desidera muoversi liberamente, senza venire in contatto con altri utenti/pedoni che lo costringono spesso a faticosi adeguamenti della propria traiettoria per evitarli. La sua qualità del camminare è inoltre condizionata dalla possibilità di localizzare la meta all'interno dell'edificio, elaborare correttamente il percorso da seguire per raggiungerlo e percorrerlo con successo, vale a dire riuscendo a portare a termine il compito in sicurezza e, possibilmente, in tempi rapidi e condizioni complessivamente soddisfacenti per l'utente finale. Infatti, la qualità dei percorsi poggia su quattro pilastri: l'accessibilità, la sicurezza d'uso, il comfort e la comunicatività ambientale.

Gli aspetti materici, fisico tecnici e percettivi dell'edificio incidono notevolmente sulla percezione di qualità nell'utente mentre cammina, e la pavimentazione è uno degli elementi che maggiormente incide su efficacia efficienza e soddisfazione nell'uso di un percorso.

Nel caso specifico delle pavimentazioni, queste assumono un ruolo fondamentale anche grazie alla loro possibilità di fornire segnalazioni tattili e visive sul piano di calpestio. In particolare per esempio utenti non vedenti e ipovedenti usufruiscono delle guide orizzontali come principale strumento per l'accessibilità, l'orientamento³¹ e il wayfinding³².

Il controllo della percorribilità in tali edifici deve inoltre considerare la complessità architettonica che caratterizza spesso un edificio pubblico. Si pensi a come cambia la percorribilità nei vari ambienti dell'edificio, in funzione a fattori quali: la destinazione d'uso dell'ambiente, la conformazione spaziale, la collocazione plano-altimetrica, l'esposizione ad agenti atmosferici - ambienti semiaperti, l'orientamento e l'illuminazione –artificiale o naturale, la posizione di finestre o corpi illuminanti.

In un corridoio, il cui sviluppo è essenzialmente lineare, i pedoni avranno un andamento sicuramente diverso rispetto a quello che potrebbero avere camminando in un ambiente a sviluppo essenzialmente quadrangolare, come è quello di una stanza. Si pensi ad esempio alle diverse prestazioni di percorribilità in termini di comfort, sicurezza, riconoscibilità, che deve fornire un corridoio di una stazione ferroviaria o metropolitana che gli utenti percorrono spesso correndo trascinando un trolley. Qui le funzioni di transito del luogo appaiono predominanti per la maggior parte degli utenti. Spesso in alcune stazioni alla funzione di transito si tenta di associare la funzione di passeggio e sosta con l'introduzione di locali per l'erogazione dei servizi indiretti (negozi, bar ed altro) all'interno degli ambienti di collegamento, si pensi ad esempio alle grandi stazioni ferroviarie e o aeree.

La qualità del camminare sarà, inoltre, diversa se il percorso si effettua al piano terra o ai piani superiori, sia per il maggiore affollamento che spesso caratterizza gli ambienti di ingresso di taluni edifici per servizi dove sono alloggiate le funzioni primarie per lo smistamento dei flussi di utenti in altri ambienti, che provoca un maggior deterioramento delle pavimentazioni perché più esposte alle sollecitazioni meccaniche ed abrasive. Inoltre le suole delle scarpe degli utenti al piano terra sono più sporche di quando questi raggiungono i piani più alti, poiché essi portano con sé scorie, acqua e altri detriti dall'esterno con la

³¹ *Orientamento*. L'attività di orientamento spaziale di un individuo si basa sulla capacità dell'individuo di formarsi una rappresentazione mentale dell'ambiente in cui si trova, un individuo è spazialmente orientato quando è in grado di rispondere alla domanda: "Dove mi trovo?" Daniela Sorana, *Paesaggio Urbano n. 4/2000 luglio – agosto*, Maggioli Editori.

³² *Wayfinding*. L'attività di wayfinding (trovare la strada) si basa sulla capacità dell'individuo di elaborare dei piani di spostamento, un individuo è efficiente in termini di wayfinding quando può rispondere alla domanda: "come faccio a raggiungere il punto di destinazione y dal punto in cui mi trovo?". Daniela Sorana, *Paesaggio Urbano n. 4/2000 luglio – agosto*, Maggioli Editori.

conseguente possibilità che la pavimentazione del piano terra sia più soggetta ad essere sporca, bagnata e quindi più pericolosa rispetto alle pavimentazioni dei piani superiori. Ma non solo, in tali edifici la percorribilità varia anche in funzione delle diversificate esigenze d'uso dell'utenza ampliata. Il che suggerisce la necessità talvolta di progettare percorribilità diverse all'interno dello stesso percorso/ambiente.

CAPITOLO 2

Studio delle componenti umane/comportamentali

2.1 Criteri per l'individuazione dei profili d'utenza degli edifici pubblici: i modelli di mobilità

In un'ottica integrata del problema del rischio caduta per scivolamento e inciampo sulle pavimentazioni degli edifici pubblici, studiare la componente umana/comportamentale risulta utile al fine di comprendere le caratteristiche umane e le esigenze d'uso del costruito da parte dell'uomo durante l'attività del camminare. Tale conoscenza, infatti, secondo un approccio prestazionale di stretta corrispondenza tra le esigenze degli utenti, lette come richieste d'uso del costruito, e i requisiti dei percorsi/ambienti, può consentire di dedurre le prestazioni del costruito ed in particolar modo dei percorsi e delle loro pavimentazioni.

Tuttavia, lo studio della componente umana implica la considerazione che l'utenza di un luogo pubblico si definisce come di utenza ampliata, composta dalla moltitudine degli individui, diversi per sesso, età, abilità fisiche e cognitive, formazione culturale, estrazione sociale, abitudini ed esperienze di vita. Il ricorso ad un criterio di lettura che schematizza l'utenza, seppur riduttivo, è necessario per poter analizzare ogni sua singola esigenza, non trascurando fattori che potrebbero essere determinanti per comprendere le specificità connesse con l'individuo nell'attività di deambulazione.

In genere, in ambito architettonico, il destinatario principale del progetto è un uomo adulto di età media e di buona costituzione fisica, il cosiddetto “*normodotato*”, risultato di una media astratta di caratteristiche antropometriche e cognitive della popolazione reale.

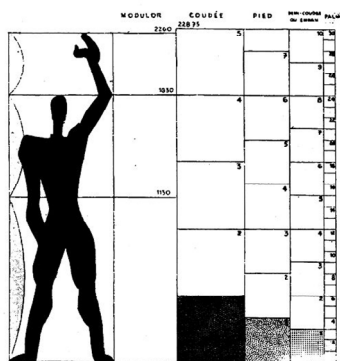


Figura 27 Il Modulor. Le Corbusier

Vengono, poi, aggiunti, come ulteriori destinatari, le categorie di utenti cosiddette “speciali”, cioè *categorie* di individui che presentano capacità fisiche ridotte rispetto alla “normalità”, ad esempio gli *anziani*, i *bambini*, i *disabili su sedia a ruote* e i *non vedenti*.



Figura 28 Categorie di utenti “speciali”

La catalogazione dell'utente in *categorie* così definite, tuttavia, per quanto espressione delle diverse capacità fisico-motorie, sensoriali e comportamentali, e quindi delle diverse condizioni di mobilità, risulta troppo rigido per comprendere la variabilità, poiché non sempre è possibile individuare categorie omogenee. Ad esempio una persona che temporaneamente è costretta su una sedia a ruote, in seguito ad un incidente subito, non si considera un *disabile*, così come non tutte le persone che hanno superato i 65 anni di età si considerano anziane così come la letteratura medica suggerisce. In Italia, ad esempio, si assume il limite cronologico dei 65 anni come inizio della condizione anziana, trovando il suo significato nel fatto che quest'età coincide con la conclusione dell'attività lavorativa e con l'avvio di una sorta di declino psicofisico. Tuttavia, va sottolineato come sia difficile circoscrivere una categoria che comprende i “*biologicamente anziani*”.



Figura 29 Variabilità della categoria di utenti “anziani”

La variabilità individuale è grandissima e non esiste nessun marcatore che indichi quando una persona diventa anziana. L'invecchiamento, seppure è un processo naturale e graduale, che ha inizio con il concepimento, ha ritmi e intensità di modificazioni fisiche e cognitive diversi da individuo ad individuo³³. D'altronde si può camminare con il bastone pur non essendo

³³ Prof. Silvano Boccardi, *La deambulazione dell'anziano e la prevenzione delle cadute*, Coordinatore del Dipartimento di Riabilitazione del Policlinico S. Marco - Zingonia (BG), in *Riabilitazione Oggi*, nr. 11/2000.

anziani, così come si può essere anziani e non aver bisogno del bastone come ausilio per la deambulazione.

La *categoria* di utente, come criterio di interpretazione delle esigenze dell'uomo fruitore del bene edilizio, proprio perché stereotipata, si mostra quindi inappropriata.

Per tali motivazioni la ricerca si pone l'obiettivo di superare questa la logica, contrapponendo a questa uno studio basato sui *modelli di mobilità*.

Il *modello di mobilità* rappresenta uno schema *elementare* ed *ideale* che configura un modo di camminare, cioè un possibile modo/atteggiamento/comportamento che l'utente assume in funzione di modificazioni del sistema muscolo scheletrico, visivo e uditivo o in virtù di diverse motivazioni d'uso di uno spazio, stili di vita condotti, ecc. Il modello di mobilità, quindi, raggruppa i diversi movimenti connessi al camminare in modo da rispondere alla domanda "come cammina l'utente?".

Le accezioni *elementare* ed *ideale*, connotanti il modello, stanno ad intendere che i modelli considerati sono semplificazioni di una più generale condizione di mobilità, poiché considerano soltanto un singolo aspetto della deambulazione e per questo motivo il modello è ideale. Pertanto i modelli presi singolarmente, non sempre rappresentano l'utente reale, ma semplicemente alcune delle sue specificità connesse al camminare. Solo la combinazione tra i singoli modelli di mobilità può fornire una condizione di mobilità di un utente reale.

Per esempio il modello di *mobilità con facilità all'affaticamento* analizza un solo aspetto della deambulazione e cioè il livello di resistenza fisica alla fatica durante il cammino, trascurando altri aspetti che sono ad esempio la capacità propulsiva dei muscoli, la capacità di mantenere la posizione eretta. In ogni caso, i modelli di mobilità, indipendentemente dalla categoria consentono di individuare una gamma aperta di possibili combinazioni, modi di camminare, tipiche di alcune categorie di utenti. Per esempio "*La facilità all'affaticamento*", infatti, può essere tipica dell'anziano, delle donne incinte, di persone cardiopatiche, degli obesi, delle persone che camminano trasportando bagagli o ancora delle persone che per la fretta devono percorrere gli spazi correndo.

L'individuazione dei modelli di mobilità è condotta attraverso il ricorso a metodi e criteri di tipo analitico³⁴ (biomeccanica, cinematica e gait analysis) ed empirico (osservazione diretta

³⁴ Oggi le tecniche di gait analysis (analisi del passo), introdotte negli ultimi trenta anni, sfruttando tecnologie sempre più raffinate, consentono di verificare non soltanto le caratteristiche "esterne" del cammino - come l'uomo cammina - ma anche perché cammina così, identificando i meccanismi patogenetici che portano all'alterazione del segno. Risulta ancora una volta la grande variabilità, per quanto riguarda il cammino, tra i vari individui. Dai dati raccolti presso il SAFlo (Servizio di Analisi Funzionale della Locomozione), istituito dal

dei modi di camminare), rispetto ai tre fattori caratterizzanti la mobilità, quali: *le caratteristiche motorie, i sensi principali e l'esperienza/motivazione/stile di vita*.

La scelta dei tre fattori in funzione dei quali determinare i modelli di mobilità scaturisce dalla considerazione che la diversa deambulazione tra le persone dipende dalle caratteristiche muscolo-scheletriche, dalle caratteristiche nervoso-sensoriali e da quelle comportamentali.

Tali aspetti, infatti, sono determinanti nel modificare la lunghezza e larghezza del passo, la cadenza, la velocità del cammino, l'andatura, la postura, distinguendo diverse condizioni di mobilità.

2.2 Caratteristiche motorie e modelli di mobilità

Le modificazioni delle caratteristiche fisico-motorie dell'uomo rappresentano i fattori intrinseci maggiormente condizionanti la sua capacità di camminare.

L'analisi del fenomeno della deambulazione, condotto attraverso i cenni ai principi della biomeccanica e della cinematica, hanno mostrato come i disturbi della marcia ed il rischio caduta sono strettamente collegati alle modificazioni fisiologiche, biologiche e patologiche dell'apparato muscolo-scheletrico.

Il movimento, per essere ottimale, richiede capacità di forza, di resistenza, di velocità, di coordinazione e di equilibrio.

La presenza d'alterazioni fisiche, quali malformazioni ossee, perdita progressiva di forza ed elasticità muscolare, sintomatologie dolorose (artriti, osteoporosi, tendinite, ecc.), difficoltà di coordinamento muscolare o perdita della funzionalità degli arti inferiori, dovute traumi fisici, all'insorgenza di patologie o al progredire dell'età determinano alterazioni/riduzioni parziali o totali, temporanee o permanenti, della capacità di movimento dell'uomo, compromettendone la possibilità di compiere, in parte o in tutto, le normali attività di deambulazione.

I disturbi della marcia che compaiono con maggior frequenza a seguito di tali alterazioni sono la riduzione della velocità media del cammino libero, dovuta prevalentemente all'accorciamento della lunghezza del passo e alla lentezza nell'esecuzione del passo, la maggior durata percentuale della fase di appoggio e di doppio appoggio del piede, dovuta

Centro di Bioingegneria della Fondazione Don Gnocchi e dal Politecnico di Milano, Silvano Boccardi, Coordinatore del Dipartimento di Riabilitazione del Policlinico S. Marco - Zingonia (BG), *La deambulazione dell'anziano e la prevenzione delle cadute*, In Riabilitazione Oggi, novembre, 2000

soprattutto all'instabilità del tronco, l'aumento della larghezza del passo, la riduzione dell'ampiezza dei movimenti articolari, la difficoltà ad alzare il piede da terra durante l'articolazione dei passi, la necessità di ausili per la deambulazione come sedie a ruote, bastoni, stampelle o carrelli, nonché una maggiore difficoltà a conservare l'equilibrio, dovuta all'insicurezza nell'appoggio dei piedi, alla postura flessa in avanti e infine una maggiore facilità all'affaticamento³⁵.

Si pensi ad esempio alle modificazioni della colonna vertebrale come la scoliosi e la cifosi che provocano ingobbimenti della postura eretta.



Figura 30 Modificazioni della colonna vertebrale

Tale condizione rende più difficoltoso il mantenimento dell'equilibrio statico e dinamico dell'individuo che ne è affetto. In tali circostanze, infatti, il baricentro del corpo non cade mai all'interno della base di appoggio. Ne conseguono atteggiamenti e modi di camminare quali: l'andamento a piccoli passi (lunga fase di doppio appoggio), la necessità di servirsi di ausili per la deambulazione e la necessità di trovare lungo i percorsi appigli per sostenere l'equilibrio e aree attrezzate per riposarsi.

Un altro esempio di modificazioni fisico motorie che incidono sulla capacità di deambulazione è la perdita di tono e forza muscolare. Coloro i quali, a seguito di traumi accidentali del muscolo della gamba o a causa del decadimento muscolare in età avanzata, presentano una scarsa forza muscolare hanno maggiori difficoltà nella fase di oscillazione della gamba durante l'articolazione dei passi. Tale condizione comporta un deficitario sollevamento dei piedi durante la marcia con il loro conseguente trascinarsi sulla superficie di calpestio.

³⁵ Blake AJ., Morgan K., Dallosso H., Ebrahim SBJ., Arie THD., Fantem PH., Bassey EJ, Modificazioni della deambulazione con l'età. Elderly people at home: prevalence and associated factors. Age Ageing, 1988.

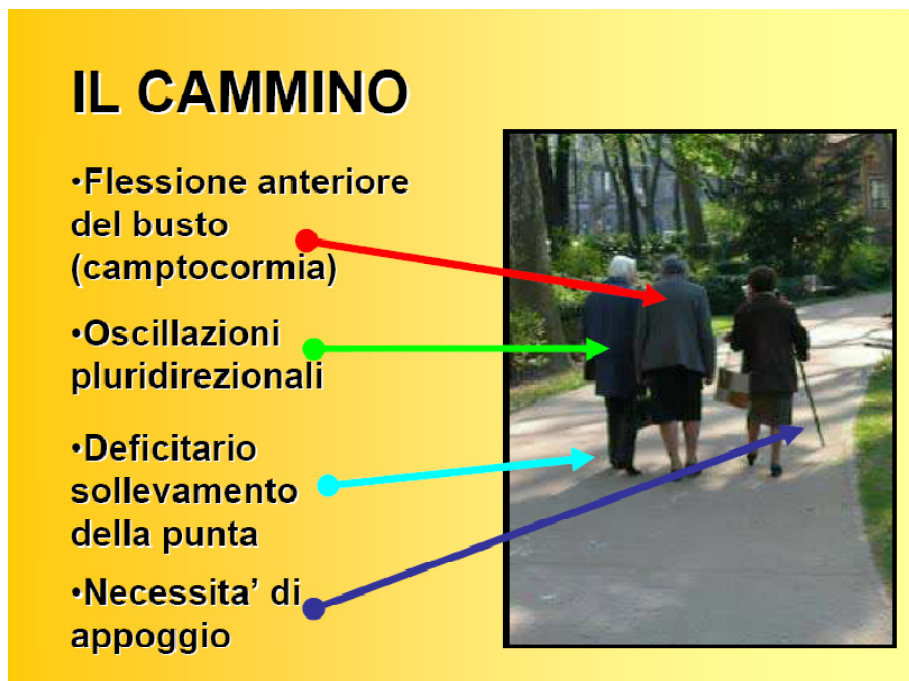


Figura 31 I disturbi della marcia nelle persone anziane³⁶

³⁶ Sabrina Pellicini, Antonella Zadini, *Infortuni domestici: fattori di rischio legati alla persona*, Struttura complessa Medicina Riabilitativa, Ospedale Maggiore Trieste, www.ccm-network.it/documenti_Ccm/prg_area2/corso_incidenti_Aquila/tecnici_prevenzione/Pellicini_Tecnici_prevenzion_e.pdf.

2.3 I sensi principali e modelli di mobilità

Tra i fattori intrinseci che determinano le alterazioni del cammino e predispongono l'individuo alla caduta, oltre alle caratteristiche muscolo-scheletriche non bisogna sottovalutare quelle nervoso-sensoriali.

La riduzione/assenza di alcuni sensi, quali la vista³⁷ e l'udito dovuta al progredire dell'età o alla comparsa di patologie permanenti e/o temporanee compromettono in ogni caso la capacità di deambulazione a livello cognitivo.

Il camminare oltre ad essere un'attività che coinvolge muscoli e ossa è anche un'esperienza sensoriale, il risultato di una complessa attività fatta di percezioni, associazioni emotive ed elaborazioni cognitive, che permette all'uomo di muoversi con sicurezza e consapevolezza.

Le alterazioni dei sistemi percettivi (vista, udito, tatto), disturbi che colpiscono le funzioni necessarie al mantenimento dell'equilibrio quali le funzioni vestibolari, propriocettiva e visiva comportano notevoli difficoltà nella percezione e nell'elaborazione cognitiva dello spazio e possono essere determinanti nel rischio caduta e compromettendo la qualità del camminare.

La vista è il principale sistema sensoriale che permette di conoscere il mondo circostante, attraverso la percezione della luce, del colore, della forma, della dimensione e della posizione degli oggetti presenti in un ambiente.

L'alterazione del sistema visivo può andare dalla riduzione/assenza della funzionalità visiva, che comporta la difficoltà ad identificare i confini degli oggetti o la totale impossibilità di percepirli, alla riduzione dell'acutezza visiva, che può comportare la necessità di un quantitativo maggior di luce per distinguere oggetti nello spazio, la difficoltà nella percezione dei colori, una certa vulnerabilità all'abbagliamento con conseguente difficoltà di riconoscere gli ostacoli lungo il percorso.

L'udito è il sistema telerecettore utile alla localizzazione delle sorgenti sonore nello spazio ed in grado di fornire alcune informazioni sulle caratteristiche degli oggetti stessi e di sapere cosa succede nell'ambiente (ad esempio non è necessario guardare il pavimento per sapere

³⁷ Per una maggiore chiarezza tra le accezioni cieco e ipovedente si propone una distinzione elaborata da Dario Galati... *è oggettivamente cieco colui che non dispone di nessuna percezione visiva derivante da stimoli luminosi provenienti dall'ambiente esterno; (...) è funzionalmente cieco colui che, pur disponendo di percezioni visive (luci e ombre, colori, forme vaghe, ecc.) non può per altre cause (età avanzata, malattia, difficoltà di movimento, mancanza di adeguato addestramento, difficoltà intrinseche di apprendimento, ecc.), organizzare l'input sensoriale in percezioni operativamente utili rispetto alla necessità di sviluppare strategie adattive almeno in un settore della vita quotidiana: lettura, spostamenti in casa, spostamenti all'aperto, ecc.* Cfr. Galati Dario, *Vedere con la mente*, Milano: Franco Angeli, 1996 (IV ediz.), pag. 25.

che c'è qualcuno che sta camminando dietro di noi). Le alterazioni al sistema uditivo hanno ripercussioni sul sistema vestibolare provocando disturbi al mantenimento dell'equilibrio, in altri casi può comportare difficoltà nel prestare attenzione a una voce o a un suono quando ce ne sono altri in sottofondo non riuscendo a selezionare i suoni che potrebbero mettere in guardia contro eventuali ostacoli o pericoli, così come può comportare difficoltà ad identificare la provenienza dei suoni.

*In quanto al tatto, esso permette la conoscenza, attraverso piedi, mani e senso termico, di quasi tutte le proprietà degli oggetti quali forma, grandezza, localizzazione spaziale, rigidità, texture, peso, temperatura e così via. Lo sfioramento consente di percepire la texture di un oggetto rigido; il sollevamento (quando sia possibile) informa sul peso; mediante la pressione si valuta la consistenza di un materiale; il movimento sui contorni fornisce notizie sulla forma e sulle dimensioni dell'oggetto...*³⁸

Ma a differenza della vista, il sistema tattile è una modalità di contatto che ha un campo percettivo molto esiguo rispetto alla vista, esso è poco adatto alla percezione di oggetti molto grandi o in movimento, del contesto ambientale nel quale questo movimento si svolge e più in generale delle conseguenze spaziali delle azioni motrici effettuate dal soggetto stesso³⁹. Il tatto stabilisce una relazione con la superficie dei materiali e con la forma degli elementi architettonici (rivestimenti, tessuti, arredi, dispositivi di funzionamento), questi determinano un processo di riconoscimento di grande importanza per la delimitazione spaziale e affettiva del territorio vitale. Superfici e forme piacevoli e riconoscibili rendono l'uomo più sicuro nei propri ambienti perché costituiscono un invito a ricorrere al tatto per percepire globalmente e singolarmente i pericoli; al contrario sensazioni tattili sgradevoli o addirittura nocive (taglienti, graffianti) lo indurrebbero ad eliminare tatto e appoggio come aiuti al suo equilibrio.

In condizioni fisiche e sensoriali normali, la percezione dello spazio utile per la deambulazione è fornita dalla sintesi operata tra i dati forniti dai tre sensi: la vista, l'udito e il tatto. Il corpo umano, infatti, necessita di tali recettori sensoriali che lo aiutano a posizionare le varie parti del corpo in relazione all'insieme e all'ambiente per mantenere posture ed equilibrio.

³⁸ Cfr. Enzo Tioli, *Dallo spazio aptico alla rappresentazione immaginativo-motoria*, in Tiflogia per l'Integrazione, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 1 gennaio- marzo 2006.

³⁹ Cfr. Yvette Hatwell, *Psychologie cognitive de la cécité précoce* in Dario Galati, (a cura di), *Vedere con la mente. Conoscenza, affettività, adattamento nei non vedenti*, Franco Angeli, Milano, 1996, pag. 280.

Le alterazioni della funzione cerebrale della vista, dell'udito e altri organi di senso, compromissione della perfusione cerebrale e alterazioni della secrezione dei neurotrasmettitori e della sensibilità nei loro confronti possono intervenire negativamente nelle funzioni motorie, ma soprattutto in quelle cognitive⁴⁰.

I canali visivo, uditivo e tattile hanno un ruolo fondamentale nell'elaborazione cognitiva dello spazio, che è normalmente determinato dal confronto attivo con il mondo materiale attraverso lo svolgimento sequenziale delle fasi di raccolta ed elaborazione delle informazioni e azione attiva. La vista e l'ascolto dell'ambiente consentono il riconoscimento e la memorizzazione della realtà in cui l'individuo si muove, la loro mancanza costringe l'individuo a dover comprendere il mondo esterno e ad interagire con esso attraverso canali alternativi, infatti, non potendo disporre della più ricca fonte di informazioni sull'ambiente circostante, egli deve accontentarsi dei messaggi che riceve attraverso i sensi residui⁴¹.

I non vedenti ad esempio, presentano, in linee generali, minimi problemi nella motricità per quanto riguarda la postura e l'equilibrio, poiché, attraverso le informazioni vestibolari e propriocettive⁴² che acquisiscono durante le fasi dello sviluppo, riescono a compensare sufficientemente la possibilità di camminare e mantenere l'equilibrio.

Tuttavia in tali soggetti l'attività di deambulazione deve essere supportata da informazioni ambientali che siano in grado di stimolare la percezione dello spazio attraverso gli altri sensi. L'assenza di informazioni adeguate comporta inevitabilmente problemi nella deambulazione e nell'orientamento spaziale.

Nelle varie forme di movimento i feedback di tipo visivo, acustico e tattile svolgono un ruolo importante. Questi permettono un controllo e un adattamento costanti delle informazioni propriocettive e cinestesiche e portano ad una automatizzazione dei comportamenti motori.

⁴⁰ Cfr. Barbara Celani, *L'esplorazione e la locomozione nel bambino non vedente: l'importanza della permanenza oggettiva*, in Tiflogia per l'Integrazione, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 1 gennaio-marzo 2005.

⁴¹ Cfr. Enzo Tioli, *Dallo spazio aptico alla rappresentazione immaginativo-motoria*, in Tiflogia per l'Integrazione, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 1 gennaio-marzo 2006.

⁴² L'acquisizione e la differenziazione della motricità relativa a posture ed equilibrio si sviluppano attraverso l'integrazione di informazioni visive, vestibolari e propriocettive. Le informazioni vestibolari (del senso dell'equilibrio) forniscono informazioni relativamente al trovarsi o meno in verticale. Le informazioni propriocettive (delle articolazioni e delle fibre muscolari), danno indicazioni relative alla posizione delle singole parti del corpo e del rapporto tra loro. Eric R. Kandel, James H. Schwartz, Thomas M. Jessell, *Principi di neuroscienze*. Edizione italiana a cura di Virgilio Perri, Giuseppe Spidalieri, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1994.

*La mancanza di questi feedback comporta una certa lentezza nell'automatizzazione dei pattern di movimento*⁴³.

Secondo Troster e Brambring, *la capacità motoria è influenzata anche dai feedback visivi, acustici e tattili che l'uomo riceve dall'ambiente quando si muove in esso. Tali feedback gli consentono di coordinare i movimenti verso uno scopo preciso e di controllare la postura.*

La mancanza di questi feedback, dovuta a caratteristiche intrinseche del soggetto (ridotta/assente funzionalità visiva e uditiva dell'individuo) o a inadeguate caratteristiche dell'ambiente costruito, comportano:

- *una minore elicitazione dell'attività motoria in mancanza di stimoli visivi;*
- *maggiore insicurezza nel comportamento esplorativo, dovuta sia alla difficoltà di localizzare eventuali ostacoli, sia all'impossibilità di ricevere sicurezza emotiva dalla madre tramite il semplice contatto visivo;*
- *un ritardo nella costruzione del reale*⁴⁴.

Si può dunque concludere affermando che i disturbi della marcia determinati dalle alterazioni sensoriali sono l'incertezza nell'incedere e la maggiore predisposizione alla caduta, causati dalla ridotta/impossibile esplorazione visiva o uditiva o tattile dello spazio.

2.4 Esperienza, motivazione e stile di vita: il ruolo del comportamento sui modelli di mobilità

Il comportamento è il modo di agire e reagire di un soggetto quando si mette in relazione con altri oggetti, organismi, o semplicemente con l'ambiente.

Le condizioni ambientali, sociali, culturali e personali, quindi, possono, in virtù di tale interazione (scambio di informazioni), modellare il comportamento individuale delle persone, tanto da determinare differenti modelli di deambulazione.

Secondo le teorie di John Broadus Watson⁴⁵, psicologo americano padre fondatore del comportamentismo, l'apparato psicologico che si sviluppa in un corpo biologicamente sano è

⁴³ Susanna Millar, *Understanding and representing space. Theory and evidence from studies with blind and sighted children*. Oxford: Oxford University Press, 1994, pag. 54.

⁴⁴ Cfr. Heinrich Troster, Michael Brambring, *Early motor development in blind infants*. In *Journal of Applied Psychology*, nr. 14, 1993.

⁴⁵ John Broadus Watson, fondatore del comportamentismo, interpreta il comportamento come somma di risposte muscolari semplici agli stimoli. Il sistema nervoso non causa il comportamento: gli stimoli esterni "rimbalzano" dentro il cervello, finché non escono da esso e provocano reazioni muscolari. L'idea che il cervello non causi attivamente il comportamento corrisponde anche all'idea che la coscienza sia spettatrice passiva e non causa del comportamento. La coscienza quindi osserva il comportamento. In conclusione il comportamento umano si apprende e può essere plasmato a piacimento attraverso la somministrazione nel corso della vita di

solo il risultato di condizionamenti ambientali, cioè di esperienza. Pertanto il comportamento non è altro che la somma di reazioni nell'uomo a stimoli esterni. Il comportamento, quindi, secondo Watson, viene visto, sulla base del concetto di riflesso, come un processo a catena del tipo *Stimolo*→ *Processo fisiologico*→ *Risposta*. Le componenti innate sono pochissime e si riducono a poche emozioni fondamentali (paura, rabbia, amore). Queste ultime sono viste come riflessi incondizionati, sui quali attraverso processi di condizionamento si costruisce una rete molto complessa di riflessi condizionati.

Se quindi il comportamento che si sviluppa nell'uomo è solo il risultato di condizionamenti ambientali cioè di esperienza ed *adattamento dell'organismo all'ambiente*, allora gli stati emozionali come ansia, fretta, paura di cadere, le capacità cognitive ed intellettive, l'esperienza e le motivazioni d'uso di uno spazio influiscono sul comportamento umano e in particolare sul modo di camminare delle persone.

Il ricordo di essere caduti in precedenza ad esempio condiziona il modo di camminare, in termini di paura e insicurezza nel camminare. La paura di poter cadere quando si cammina su un pavimento lucido poiché per esperienza lo si considera scivoloso, condiziona il movimento di deambulazione. La presenza di paure, fobie, timori o avversioni può incidere sulle caratteristiche di mobilità delle persone. Anche la fretta di raggiungere un posto condiziona il comportamento di chi cammina, il passo viene accelerato e la distrazione verso ciò che sta intorno aumenta. La personale predisposizione ad essere distratti, c'è chi si distrae più o meno facilmente. La personale abitudine ad indossare certi tipi di scarpe, i differenti tipi di suola, lo stato di conservazione, i tacchi a spillo, i chiodi che spuntano, ecc.). Anche la mancanza di esperienza e familiarità di determinati luoghi e delle funzioni che in esso vi si possono svolgere, tipico di chi entra per la prima volta in un edificio può condizionare il comportamento. Il senso di incompetenza, di non essere in grado di trovare la strada per la destinazione cercata, il dover chiedere informazioni ad altri, può essere percepita come un'esperienza molto frustrante. La sensazione di perdita di autonomia e controllo sull'ambiente fisico può addirittura trasformarsi in vera e propria ansia che può incidere sull'andamento e il ritmo della deambulazione.

stimoli appropriati. Watson diceva: datemi 11 neonati sani e vi farò di questi un avvocato, un ladro, un ingegnere, ecc, basta costruire un ambiente che condizioni la crescita dell'individuo. L'uomo nasce tabula rasa, tutto quello che viene scritto nella mente è frutto dell'ambiente. Tratto dalla lezione del Prof. Stefano Ghirlanda, *Il comportamentismo di Watson*, al corso di Elementi di storia della psicologia, Università di Bologna, facoltà di psicologia, Dipartimento di Psicologia, V.le Berti-Pichat, Bologna, ottobre 2004.

2.5 Individuazione dei modelli di mobilità maggiormente significativi

L'analisi finora condotta sulle caratteristiche motorie, sensoriali e comportamentali dell'uomo si è mostrata utile per poter individuare con consapevolezza scientifica i *modelli di mobilità* necessari per la definizione delle esigenze d'uso di spazi e percorsi. La scelta è caduta su quei modelli di mobilità che per caratteristiche motorie, sensoriali e comportamentali risultano essere più ad alto rischio caduta, cioè maggiormente vulnerabili allo scivolamento o inciampo sulla superficie di calpestio. Tale scelta è stata dettata alla considerazione che soluzioni progettuali adatte al soddisfacimento delle esigenze di coloro che presentano condizioni limite di disagio durante l'attività di deambulazione possono essere soddisfacenti per tutti.

Di seguito saranno elencati e definiti i modelli di mobilità in funzione dei tre parametri caratterizzanti e cioè saranno definiti:

- *I modelli di mobilità derivanti da variazioni delle caratteristiche motorie;*
- *I modelli di mobilità derivanti da variazioni delle caratteristiche sensoriali;*
- *I modelli di mobilità derivanti dall'esperienza, motivazione e stile di vita.*

I Modelli di mobilità derivanti da variazioni delle caratteristiche motorie

Mobilità con passo alterato



Le alterazioni del cammino sono i fattori che maggiormente possono predisporre gli individui alle cadute e sono dipendenti dallo stato generale di salute, dalla resistenza dell'osso, nonché dalla forza, resistenza, coordinazione ed elasticità dei muscoli⁴⁶.

La presenza di scarsa forza dei muscoli flessori della caviglia e dei polpacci, dovuti a vecchiaia o a traumi e patologie muscolo-scheletriche, problemi neurologici, osteoporosi, ecc., possono determinare grosse difficoltà durante la fase di pendolazione dell'arto (fase di swing) e una conseguente deficitaria o alterata articolazione e sollevamento degli arti e dei piedi durante la marcia. La riduzione o perdita della capacità motoria, poiché determina delle

⁴⁶ Tra i fattori intrinseci predisponenti alla caduta, che si comportano pertanto come veri fattori di rischio per le fratture, si elencano le alterazioni ortopediche dell'arto inferiore, e in particolare del ginocchio e del piede, l'ipostenia muscolare, il ridotto controllo dell'equilibrio, la riduzione della vista, appunto le alterazioni del cammino, e quadri patologici, internistici come l'ipotensione ortostatica o neurologici come le paralisi centrali o periferiche, le affezioni extrapiramidali e cerebellari, le vertigini vestibolari, i deficit cognitivi, le riduzioni iatrogene della vigilanza, la depressione, la confusione mentale. Crf. Silvano Boccardi, *La deambulazione dell'anziano e la prevenzione delle cadute*, in Riabilitazione Oggi, nr.11 del 2000.

alterazioni del ciclo del passo cosiddetto *normale* e cioè un'alterazione della modalità di camminamento, può definire un modello di mobilità cosiddetto a *mobilità con passo alterato*. Le alterazioni del passo possono essere svariate e determinate da fattori neurologici o muscolo scheletrici. Di seguito saranno individuate e specificate alcune tra le più frequenti o comunque non totalmente invalidanti andature determinate dalle alterazioni del cammino.

Passo di tipo atetosico

L'andatura di tipo atetosico si caratterizza per movimenti lenti, involontari e a carico delle parti distali degli arti. Il movimento atetosico delle dita dei piedi in questo caso produce una disabilità del cammino con zoppicamento⁴⁷.

Piccoli passi strascicati

L'andatura a piccoli passi strascicati, tipica dell'idrocefalo normoteso, è caratterizzata dalla divaricazione degli arti inferiori per allargare la base di appoggio e dalla marcia a piccoli passi strascicati⁴⁸.

Passo falciante

L'andatura falciante, tipica dei soggetti con emiparesi dovuta ad ictus ischemico, è caratterizzata dallo spostamento dell'arto inferiore paretico che durante la deambulazione sembra mimare l'immagine della falce⁴⁹. *Durante la fase di oscillazione il piede è in flessione plantare e tende a strisciare sulla superficie di calpestio e l'arto superiore è flesso ed intraruotato*⁵⁰.

Passo doloroso

Deformità del piede, sproni ossei del calcagno, processo infiammatorio cronico del tendine di Achille, sindrome del tunnel tarsale, la cui manifestazione è il sintomo doloroso determinano un'andatura cosiddetta *dolorosa*⁵¹, caratterizzata da una *deambulazione saltellante e con breve appoggio della gamba*⁵².

Passo a forbice

⁴⁷ Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

⁴⁸ Cfr. Carlo Loeb, *Neurologia diagnostica*, Springer Verlag Italia, 2000, pag. 81.

⁴⁹ Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

⁵⁰ Cfr. Carlo Loeb, *Neurologia diagnostica*, Springer Verlag Italia, 2000, pag. 81.

⁵¹ Cfr. Carlo Loeb, *Neurologia diagnostica*, Springer Verlag Italia, 2000, pag. 87.

⁵² Cfr. Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

Si definisce andatura a forbice, tipica del morbo di Little, quella caratterizzata da adduzione delle cosce che comporta, durante la deambulazione, un incrocio degli arti inferiori dall'esterno verso l'interno che mima il movimento della forbice⁵³.

Passo freezing e festinante

Si tratta di un'andatura tipica dei Parkinsoniani o degli anziani, caratterizzata dalla rigidità del capo e del tronco, dal baricentro spostato in avanti e dall'assenza di pendolarismo degli arti durante la deambulazione. Lo "start" deambulatorio è lento come se il piede fosse incollato al pavimento. La difficoltà di iniziare il movimento, rimanendo quasi "inchiodati al suolo" si definisce freezing.

Una volta iniziata la marcia, il passo diventa accelerato durante tutta la deambulazione, come se si inseguisse, tronco spostato in avanti, il proprio baricentro. Tale modalità di andatura si definisce festinazione⁵⁴

Passo steppante

L'andatura steppante è determinata da una paresi dei muscoli della loggia antero-laterale della gamba. Durante la fase di swing, quando l'arto colpito da paresi viene portato in avanti, l'arto inferiore esegue un'esagerata flessione del ginocchio sulla coscia, un atto compensatorio che serve ad evitare che la punta del piede strisci sul pavimento. Tuttavia l'inefficacia di tale movimento compensatorio determina comunque una deambulazione sulla punta del piede, che ricade, determinando lo "steppage" sulla superficie di calpestio⁵⁵.

Passo cerebellare

Si caratterizza per la posizione allargata degli arti inferiori con braccia in leggera abduzione. L'andatura appare ondeggiante, i passi risultano incerti con disarmonia fra tronco-bacino-arti inferiori, per cui il corpo si sposta in maniera esagerata anteriormente, posteriormente e lateralmente. Ciò determina, quindi, una instabilità della marcia maggiormente evidente col passo più veloce rispetto a quello lento, il sollevamento del piede e la sua ricaduta sul pavimento diventano esagerati⁵⁶.

Passo a stella

⁵³ Cfr. Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

⁵⁴ Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

⁵⁵ Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

⁵⁶ Cfr. Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

Causata dalle lesioni vestibolari, *l'andatura a stella è caratterizzata dall'alternanza di avanzamenti e indietreggiamenti e con deviazioni laterali, in modo da idealmente disegnare sul pavimento la traiettoria di una stella*⁵⁷.

Passo anserino

L'andatura anserina è caratterizzata da un particolare pendolarismo del tronco che di volta in volta, verso destra o verso sinistra, sembra seguire la gamba d'appoggio, tanto da apparire ancheggiante. Viene detta anserina perché il soggetto si muove come se delineasse delle anse⁵⁸.

La disamina fin qui condotta circa le diverse andature determinate dalle alterazioni del passo può consentire di definire le esigenze d'uso di percorsi e pavimenti di tale modello di mobilità. Le necessità espresse dal modello *mobilità a passo alterato* durante l'attività del camminare sono legate alla possibilità di articolare i passi superando senza fatica e con comfort la resistenza al trascinamento della punta del piede (in presenza ad esempio di *passo steppante* o *strascicato*), di non incorrere in dislivelli minimi, di articolare i passi su superfici stabili e compatte. Tali esigenze implicano che la superficie di calpestio deve essere tale da favorire il trascinamento e allo stesso tempo non provocare sobbalzi e vibrazioni al piede che *steppa* o *strascica*. Nel contempo, però, la superficie di calpestio deve essere in grado di opporre resistenza allo scivolamento del piede su cui grava tutto il peso del corpo durante le fasi di appoggio. In ogni caso la superficie di calpestio, considerata la precarietà con cui gli arti inferiori e il piede di questo modello svolgono sia la fase di appoggio, sia quella di oscillazione, deve essere tale da fornire sensazioni di stabilità e compattezza al modello mentre articola il cammino.



Mobilità con bastoni o stampelle

La facilità a perdere l'equilibrio, così come la perdita totale o parziale della funzionalità di uno o entrambi gli arti inferiori, in forma temporanea o permanente, a causa dell'età, in seguito ad infortuni e a patologie insorte può comportare, oltre che alterazioni nei modi di articolare i passi, la necessità servirsi di ausili e supporti per la deambulazione. Bastoni, stampelle, tripodi, tetrapodi o girelli servono per agevolare la deambulazione quando

⁵⁷ Cfr. Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

⁵⁸ Anna Grazia Curcio, *I disturbi della deambulazione*, in Associazione Italiana Neurodisabili, <http://www.ain-onlus.org/item/i-disturbi-della-deambulazione/category/formazione>

l'equilibrio è instabile o quando gli arti inferiori sono impossibilitati a sostenere i carichi, poiché consentono di scaricare una parte del peso attraverso l'arto superiore sul supporto. Tali ausili quindi conferiscono un lieve miglioramento della stabilità.

L'andatura del modello di *mobilità con ausilio di bastoni o stampelle*, pertanto, è caratterizzata dall'appoggio di parte o tutto il peso corporeo non sui piedi ma su un'area estremamente limitata, precisamente sulla punta del bastone; ne consegue la necessità di camminare appoggiando l'ausilio su una superficie stabile, compatta e sicura. Il supporto, infatti, su cui grava il peso di tutto il corpo non deve affondare, né scivolare sulla superficie di calpestio, né la punta deve potersi impigliare in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti sulla pavimentazione.

Mobilità con sedia a ruote



Coloro i quali, in seguito a incidenti o patologie disabilitanti trovano difficoltoso o impossibile camminare con le proprie gambe si servono della sedia a ruote come ausilio per la deambulazione. Si tratta di ausili mobili su ruote che possono essere utilizzati manualmente, spingendo le ruote con le mani, o meccanicamente grazie a vari sistemi di automatizzazione.

L'andatura del modello di *mobilità con sedia a ruote* è quindi condizionata dalle caratteristiche dell'ausilio e dalle differenziate possibilità di chi vi è seduto. Infatti alcune persone possono avere una notevole forza nelle braccia ed essere in grado di muoversi con la sedia autonomamente, altre, possono presentare un livello di autonomia inferiore e necessitano di qualcuno che le trasporti, ma per tale condizione si rimanda al modello di mobilità trasportando peso/bagaglio con ruote.

Camminare secondo il modello di *mobilità con sedia a ruote* significa muoversi stando seduti sulla sedia a ruote, ne consegue la necessità di poter far scivolare le rotelle della sedia sul pavimento con comfort e con efficienza (poca fatica); senza subire eccessivi rullii o vibrazioni al corpo di colui che vi è seduto, senza impigliare le ruote della sedia in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti sulla pavimentazione, né affondare su pavimentazioni fangose o sabbiose. Inoltre, tale modello, ha l'esigenza di poter superare con la sedia a rotelle i dislivelli autonomamente e senza pericoli, di avere larghezze dei percorsi tali da consentirgli il transito (considerato il maggiore ingombro della sedia) ed effettuare con la sedia a rotelle tutte le manovre necessarie per fruire degli spazi, compresa l'inversione di marcia.



Mobilità con ridotta capacità a mantenere l'equilibrio

Avere una ridotta capacità a mantenere l'equilibrio significa avere un alto livello di vulnerabilità alle cadute. La ridotta capacità a mantenere l'equilibrio è una caratteristica motoria che può coinvolgere molti soggetti. L'equilibrio precario, infatti, può essere tipico di chi soffre di disturbi della marcia, poiché tali soggetti presentano uno spostamento del baricentro corporeo rispetto alla base di appoggio, avendo quindi un equilibrio più instabile. Ma anche le alterazioni vestibolari, visive e uditive, l'assunzione di farmaci o condizioni momentanee di malessere, possono essere la causa di tale caratteristica.

L'andamento del modello di *mobilità con ridotta capacità a mantenere l'equilibrio* è, quindi caratterizzato da movimenti e ritmo incerti ed insicuri a causa della consapevolezza di avere una scarsa stabilità fisica durante gli spostamenti. In tali circostanze un forte ruolo è giocato dalle condizioni del costruito e dalle informazioni visive che gli riesce a fornire.

Il modello di *mobilità con ridotta capacità a mantenere l'equilibrio* ha la necessità di avvertire, durante il cammino, una buona resistenza allo scivolamento della superficie di calpestio, di potersi, eventualmente, appoggiare e sostenere ad appigli o appoggi fissi presenti lungo i percorsi e di non ricevere dall'ambiente stimoli che possano generare vertigini. Traiettorie concentriche, luci abbaglianti, riflessioni delle superfici, presenza di ostacoli e intoppi lungo la traiettoria che obbligano a dover cambiare continuamente traiettoria di marcia possono aumentare la vulnerabilità alle cadute del modello.



Mobilità con facilità all'affaticamento

La presenza di stati dolorosi degli arti inferiori, i disturbi della marcia, il dover camminare trasportando pesi o andando di fretta, l'essere anziano, cardiopatico, obeso o incinte hanno in comune, durante l'attività di deambulazione, il modello di mobilità definito *facilità all'affaticamento*.

A prescindere dalle motivazioni che provocano *facilità all'affaticamento* il modello di mobilità facilità all'affaticamento necessita di non dover camminare molto per raggiungere un obiettivo di fruizione del luogo pubblico e di potersi riposare di tanto in tanto, soprattutto nei tratti più lunghi e di non incorrere in percorsi irti o troppo pendenti.

I Modelli di mobilità derivanti da variazioni delle caratteristiche sensoriali

Mobilità con lieve riduzione della funzionalità visiva



Per *lieve riduzione della funzionalità visiva* si intende l'ipovedenza lieve, media e grave⁵⁹, in altri termini un'alterazione dell'apparato visivo che può essere determinato dall'insorgere di patologie infettive o genetiche, o dal progredire dell'età, che ha come risultato una riduzione più o meno grave delle prestazioni visive. *Clinicamente la funzione visiva più colpita, in tali alterazioni, è l'acutezza visiva, ma in alcuni casi l'ipovisione determina anche la riduzione in altezza e larghezza del campo visivo, una riduzione della sensibilità al contrasto, nonché una maggiore sensibilità alla luce con conseguente vulnerabilità all'abbagliamento e al riverbero...che comportano disturbi della vista molto diversi fra loro, che vanno dalla visione sfocata, alla restrizione del campo visivo (come se si guardasse attraverso un tubo) fino alla comparsa di macchie scure che può essere risolta o migliorata spesso con ausili ottici*⁶⁰.

	ALTERAZIONI	MANIFESTAZIONI
Cornea	Aumenta la traslucenza	Visione offuscata
Iride	Aumenta la rigidità	Le pupille sono meno responsive alla luce
Muscolo ciliare	Diminuisce la produzione di umor acqueo	Diminuisce la capacità di lavaggio della cornea e del cristallino
Retina	Diminuisce il numero di coni e bastoncelli	Diminuisce l'acuità visiva e la visione notturna
Cristallino	Diminuisce l'elasticità	Diminuisce l'accomodazione
	Aumenta la densità	Visione offuscata
	Aumenta il pigmento giallo	Diminuisce la capacità di discriminare i colori

Figura 32 Visus e invecchiamento⁶¹

⁵⁹ L. 138 del 03 aprile 2001, *Classificazione e quantificazione delle minorazioni visive e norme in materia di accertamenti oculistici*, in ottemperanza alle raccomandazioni dell'OMS definisce l'ipovisione secondo i parametri accettati dalla medicina oculistica internazionale.

Ipovedenti gravi: coloro che hanno un residuo visivo non superiore a 1/10 in entrambi gli occhi o nell'occhio migliore, anche con eventuale correzione; coloro il cui residuo perimetrico binoculare è inferiore al 30 per cento.

Ipovedenti medio-gravi: coloro che hanno un residuo visivo non superiore a 2/10 in entrambi gli occhi o nell'occhio migliore, anche con eventuale correzione; coloro il cui residuo perimetrico binoculare è inferiore al 50 per cento.

Ipovedenti lievi: coloro che hanno un residuo visivo non superiore a 3/10 in entrambi gli occhi o nell'occhio migliore, anche con eventuale correzione; coloro il cui residuo perimetrico binoculare è inferiore al 60 per cento.

⁶⁰ Cfr. Dott. Luigi Fusi, Dott. Andrea Valli, *Cos'è l'ipovedenza*, http://www.oculista.it/site/ipovisione_cosae.asp

⁶¹ Dati tratti da *Modificazioni dell'occhio e invecchiamento*, in Università degli studi di Modena e Reggio Emilia, http://www.geriatria.unimo.it/visus_per%20medici.htm.

Il modello di *mobilità con lieve riduzione della funzionalità visiva*, pertanto, può essere caratterizzato dalla difficoltà a leggere o a vedere dettagli a distanza; difficoltà ad identificare i confini degli oggetti, dalla difficoltà della visione al buio, difficoltà nel discernimento dei colori e dalla sensibilità all'abbagliamento e al riverbero. Infatti, *nonostante sia in grado di distinguere le forme, la vicinanza o meno di un oggetto, la luce e l'ombra, tutto ciò non gli permette di riconoscere adeguatamente le informazioni visive: può riconoscere un cartello stradale, ma non riuscire a leggerlo, può non vedere in tempo un ostacolo o restare abbagliato da una luce improvvisa*⁶².

Le difficoltà di deambulazione a cui tale modello va in contro, dunque, sono condizionate da questa imprecisa e incostante percezione visiva della realtà e dalla maggiore vulnerabilità all'abbagliamento che rende incerto il suo rapporto con l'ambiente tanto da determinare una modalità di camminamento insicura e vulnerabile alle cadute.

Ne consegue che chi cammina secondo il modello di *mobilità con lieve riduzione della funzionalità visiva* necessita di poter distinguere ed individuare con una maggiore chiarezza visiva, senza errori e con anticipo le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti come ad esempio l'eventuale presenza di ostacoli o dislivelli. Ne consegue l'esigenza di forti contrasti cromatici tra gli elementi che costituiscono i percorsi e gli elementi tecnici, di un quantitativo di luce almeno tre volte superiore a quello di un individuo "normodotato" per vedere con la medesima intensità. Nel contempo, però, necessita di non ricevere abbagliamenti e riverberi a causa delle caratteristiche dell'illuminazione (si pensi ad esempio ai forti contrasti di luminanza tra gli ambienti, ad ambienti troppo illuminati, alle creazioni di giochi di contrasti ombra/luce sulla pavimentazione) o delle caratteristiche delle superfici degli arredi e degli elementi tecnici presenti lungo i percorsi (si pensi ad esempio ai riverberi generati dalle superfici lucenti). Questi guizzi di luce possono provocare lacrimazioni intense e forti mal di testa, vertigini, ma soprattutto disattenzione e disturbi percettivi che impediscono di riconoscere gli ostacoli lungo il percorso, favorendo gli infortuni.

⁶² Cfr. Dott. Di Clemente, *Autovalutazione del deficit visivo*,
http://www.studiodiclemente.it/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=37



Mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva

Per *grave riduzione/assenza della funzionalità visiva* si intende la *cecità totale*, la *cecità parziale* e l'*ipovedenza grave*⁶³, in altri termini la mancanza assoluta della percezione visiva o la disponibilità della mera percezione dell'ombra e della luce ad entrambi gli occhi.

Le suddette alterazioni del sistema visivo comportano negli individui che ne sono affetti la difficoltà nell'elaborazione cognitiva dello spazio. In particolare durante l'attività del camminare la costruzione dell'orientamento e del wayfinding ottenuta attraverso i sensi residui è determinante per favorire un consapevole e sicuro incedere.

Il primo problema che deve risolvere un cieco, quando si trovi in uno spazio per lui nuovo, considerata la limitatezza dello spazio effettivamente percepito attraverso il senso tattile, consiste nella costruzione dell'immagine mentale più completa e dettagliata possibile di quello spazio, in pratica, nella elaborazione di una funzionale mappa mentale...I sensi residui, e soprattutto l'udito e il tatto, svolgono una funzione di supplenza alla mancanza della vista: si tratta delle "supplenze sensoriali" cui fanno riferimento i tifloghi e che svolgono un ruolo fondamentale nella vita della persona che non vede...Evidentemente, le stesse informazioni sono accessibili anche ai vedenti per i quali, tuttavia, non hanno valore altrettanto determinante, potendo essi avvalersi dei dati visivi incomparabilmente più numerosi e più funzionali alle diverse circostanze esistenziali...

..Il canale sensoriale, attraverso il quale i ciechi ricevono le informazioni più precise sulla realtà oggettuale, è il tatto, particolarmente il tatto in movimento: per conoscere lo spazio e gli oggetti, le mani si muovono, esplorandone i contorni, le dimensioni e la texture. Per questa ragione, Révész definisce la percezione tattile "percezione aptica" (dal greco: haptomai, sfiorare), mentre altri parlano di percezione tattilo-cinestesica...

⁶³ L. 138 del 03 aprile 2001, *Classificazione e quantificazione delle minorazioni visive e norme in materia di accertamenti oculistici*, in ottemperanza alle raccomandazioni dell'OMS definisce l'ipovisione e la cecità secondo i parametri accettati dalla medicina oculistica internazionale.

Ciechi totali: coloro che sono colpiti da totale mancanza della vista in entrambi gli occhi; coloro che hanno la mera percezione dell'ombra e della luce o del moto della mano in entrambi gli occhi o nell'occhio migliore; coloro il cui residuo perimetrico binoculare è inferiore al 3 per cento.

Ciechi parziali: coloro che hanno un residuo visivo non superiore a 1/20 in entrambi gli occhi o nell'occhio migliore, anche con eventuale correzione; coloro il cui residuo perimetrico binoculare è inferiore al 10 per cento.

Ipovedenti gravi: coloro che hanno un residuo visivo non superiore a 1/10 in entrambi gli occhi o nell'occhio migliore, anche con eventuale correzione; coloro il cui residuo perimetrico binoculare è inferiore al 30 per cento.

*Il tatto è distribuito su tutto il corpo, ma i suoi organi privilegiati sono la mano e i piedi. I segnali che si ricevono attraverso tali organi hanno funzione percettiva e cognitiva ad un tempo*⁶⁴.

Il modello di *mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva* cammina basandosi sull'ascolto degli indizi acustici e tattili fornitigli dall'ambiente, attraverso l'esplorazione aptica plantare e delle mani. Spesso la deambulazione, in tale modello, è aiutata dall'uso del bastone bianco o del cane guida. Il bastone bianco⁶⁵, non viene impiegato da tale modello come supporto all'equilibrio, bensì utilizzato con movimento pendolare per esplorare e conoscere tattilmente e acusticamente le caratteristiche dei percorsi. Tale strumento, dunque, *ha il compito di evidenziare l'esistenza di cose, persone e/o strutture collocate nella propria traiettoria di marcia. Colpendoli il bastone ne mette in evidenza l'ubicazione e la natura. Quando il bastone intercetta qualcosa l'oggetto colpito emette un suono che è funzione delle sue caratteristiche costruttive, dei materiali, dei volumi, ecc. e ciò aiuta ad identificare acusticamente di quale oggetto con molta probabilità si tratti (palo della luce, cassonetto della spazzatura, albero, automobile, ...).*

*Il bastone consente di discriminare differenti tipologie di pavimentazione o più in genere di piani di calpestio (che talvolta non sono pavimentati); tanto l'acustica quanto la texture (insieme delle caratteristiche della composizione della superficie) ci dicono su cosa stiamo camminando. Il bastone consente inoltre di evidenziare la presenza di variazioni di quota sia superiori che inferiori a quella del piano di calpestio. Con il bastone lungo utilizzato in tecnica pendolare si verifica lo stato dello spazio di deambulazione e nello stesso tempo si può seguire una linea guida naturale (cioè presente nell'ambiente) che può essere un cordolo, un muro o un margine paralleli alla nostra direzione di marcia*⁶⁶.

Spesso le difficoltà, in particolare l'incertezza e l'insicurezza nell'incedere, che il *modello con grave riduzione /assenza della funzionalità visiva* può manifestare durante l'attività del camminare sono determinate dall'ambiente in cui si muove, che non sempre è in grado di fornire informazioni di orientamento e wayfinding adeguate ai sensi residui che questi

⁶⁴ Cfr. Enzo Tioli, *Dallo spazio aptico alla rappresentazione immaginativo-motoria*, in Tiflogia per l'Integrazione, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 1 gennaio-marzo 2006.

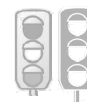
⁶⁵ Il movimento del bastone permette alla persona di percepire, attraverso il contatto tra la punta e la superficie, sia acusticamente, sia tattilmente, che cinestesicamente (trasmissione di vibrazioni e di inerzia), le caratteristiche della segnalazione. Tali informazioni vengono fornite con un breve anticipo, in quanto il bastone è situato davanti alla persona.

⁶⁶ Cfr. Corrado Bortolin e Giovanni Bosco Vitello, *Il bastone bianco lungo, simbolo della cecità ed ausilio di mobilità (3a parte)*, in Tiflogia per l'Integrazione, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 2 aprile-giugno 2004.

possiede. *Quando diciamo che un cieco è dotato di una buona capacità di orientamento, intendiamo dire che riesce ad istituire corrette relazioni fra sé e l'ambiente nel quale si trova. I presupposti indispensabili, affinché questo avvenga, sono la piena padronanza del proprio schema corporeo, una buona lateralizzazione e la capacità di trarre il massimo profitto da tutti i messaggi che il soggetto riceve attraverso i sensi residui: tatto (importante è il tatto plantare), udito (il cosiddetto "senso degli ostacoli" è di natura essenzialmente acustica), l'olfatto, ma anche la memoria muscolare, il senso anemestesico, la possibilità di rilevare la posizione del sole, ecc.*⁶⁷

In conclusione chi cammina secondo il *modello con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva* necessita durante l'attività di deambulazione di poter distinguere ed individuare con chiarezza e senza errori le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti attraverso feedback acustici o tattili o olfattivi in maniera chiara, facile ed inequivocabile dove ci si trova e quali sono le mappe di spostamento da compiere. Ciò significa che le caratteristiche architettoniche degli spazi devono offrirgli la possibilità di crearsi delle mappe cognitive dello spazio e degli spostamenti possibili da effettuare. Ed inoltre è necessario poter individuare la eventuale presenza di ostacoli e dislivelli e non percepire un senso di smarrimento dall'ambiente in cui si sposta.

Mobilità con difficoltà nella percezione dei colori



La difficoltà nella percezione dei colori può essere congenita (daltonismo, acromatopsia⁶⁸, discromatopsie⁶⁹), determinata dall'insorgere di patologie (cataratte, retiniti, infezioni, ecc.) o semplicemente conseguente all'avanzare dell'età.

In genere si considera che *il daltonismo sia l'unico problema nella visione dei colori, che si manifesta con l'incapacità di distinguere il rosso dal verde. In realtà la problematica è più ampia e complessa. Le percezioni possibili dei colori sono varie e riguardano buona parte*

⁶⁷ Cfr. Enzo Tioli, *Dallo spazio aptico alla rappresentazione immaginativo-motoria*, in Tiflogia per l'Integrazione, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 1 gennaio-marzo 2006.

⁶⁸ *Acromatopsia*: deficit di visione di tutti e tre i colori fondamentali (rosso, verde e blu). IAPB Italia onlus, Agenzia internazionale per la prevenzione della cecità Sezione italiana, <http://www.iapb.it/news2.php?id=177>

⁶⁹ *Discromatopsie*: deficit di visione di uno dei tre colori fondamentali (del rosso, del verde o del blu). Definizione tratta da IAPB Italia onlus, Agenzia internazionale per la prevenzione della cecità Sezione italiana, <http://www.iapb.it/news2.php?id=177>

della popolazione: l'8% dei maschi e l'1% delle femmine. Il daltonismo è solamente quella più diffusa, ed i colori problematici non sono solamente il rosso ed il verde⁷⁰.

Il processo di inspessimento e ingiallimento del cristallino tipico dell'età senile o del fenomeno delle cataratte, ad esempio, comporta un assorbimento selettivo della banda del blu, che viene, così, confuso con il verde. La difficoltà nella percezione dei colori può comportare la difficoltà a distinguere tra loro i toni più scuri di blu, marrone, e antracite, così come i colori contenenti molto bianco (beige, grigio chiaro, celeste). Al contrario, più facile risulta il discernimento delle colorazioni vivaci e intense all'estremità calda dello spettro.

Il modello di *mobilità con difficoltà nella percezione dei colori*, in linee generali, non ha reali difficoltà nella deambulazione, poiché non vive con grave disagio la sua impossibilità di non cogliere con esattezza i colori e le sue sfumature. Il problema però nasce nel momento in cui informazioni per lui utili come ad esempio segnaletica, contrasti cromatici che segnalino variazioni di livello, presenza di ostacoli sono trattati con abbinamenti cromatici che egli non è in grado di distinguere, con la conseguente impossibilità di riconoscere il pericolo o informazioni utili.

Ne consegue che tale modello la necessità di distinguere attraverso contrasti cromatici adeguati alle diverse possibilità di percezione dei colori gli elementi tecnici che definiscono i percorsi.

Mobilità con lieve riduzione della funzionalità uditiva



Per *lieve riduzione della funzionalità uditiva* si intende l'ipoacusia o la *sordità lieve/media*⁷¹, in altri termini una diminuzione parziale dell'udito che può essere legata all'invecchiamento dell'apparato uditivo (*presbiacusia*⁷²) o determinato da fattori di rischio propri dell'individuo

⁷⁰ Cfr. Tom Stardust, *Dal daltonismo agli altri disturbi della percezione dei colori: consigli e link utili per realizzare un sito accessibile*, <http://www.tomstardust.com/archives/accessibilita-per-i-daltonici/>

⁷¹ Il BIAP (Bureau International d'Audiophonologie), nel 1997, ha definito la *sordità* come la riduzione più o meno grave dell'udito, distinguendo i gradi di *sordità lieve*, (tra 20 e 40 decibel) e *sordità media*, (tra 40 e 70 decibel). In particolare nelle sordità lieve e media si ha solo difficoltà nel discriminare i suoni e la comprensione migliora se si aumenta l'intensità dei suoni.

⁷² La *presbiacusia* è l'invecchiamento del sistema uditivo, bilaterale, simmetrico, progressivo. All'inizio la perdita uditiva è solo sulle frequenze acute, ma progressivamente si aggrava e si estende anche alle altre frequenze. Cfr. Luciana Modena, *Effetto Presbiacusia. Le alterazioni dell'udito: variabili e interventi*, in Nursing, luglio 2006 pag. 43-46.

Anche le strutture dell'orecchio, come l'intero organismo, con il passare degli anni vanno incontro a veri e propri problemi di usura, portando a una progressiva riduzione dell'udito, che diviene spesso molto marcata dopo i 50-60 anni. A questo proposito si parla di "presbiacusia". All'inizio si manifesta con la difficoltà di sostenere una conversazione in un ambiente rumoroso (per esempio in un bar o in una strada trafficata).

(circolazione sanguigna, dosaggio del colesterolo, malattie neurologiche, malattie dell'orecchio) o da fattori ambientali (esposizione a rumore, traumi acustici, traumi da immersione)⁷³.

Il modello *lieve riduzione della funzionalità uditiva* può presentare, a seconda dei differenti tipi di ipoacusia la difficoltà nella discriminazione dei suoni (*“sento ma non capisco”*) e nella localizzazione della loro provenienza. Può inoltre avere *difficoltà di ascolto in ambienti rumorosi o affollati (“cocktail party effect”)*⁷⁴, con il conseguente inconveniente di non riuscire a prestare attenzione a una voce o a un suono quando ce ne sono altri in sottofondo. In altri è possibile che *avverta meglio i suoni a bassa frequenza, come appunto quelli del rumore di fondo, che mascherano le parole dell'interlocutore, mentre i suoni più acuti, come le voci femminili, il trillo del telefono, lo squillo del campanello di casa, creano le maggiori difficoltà*⁷⁵.

Il comportamento del modello *lieve riduzione della funzionalità uditiva* durante la deambulazione è caratterizzato da un tale stato confusionale da renderlo spesso inconsapevole del pericolo e disturbi dell'equilibrio (vertigini).

Infatti, la *difficoltà di identificare i suoni, di rendersi conto dell'ambiente circostante, di comprendere suoni negli spazi tranquilli e soprattutto in quelli rumorosi può provocare in tale modello stress e ansia*⁷⁶ soprattutto quando compie degli spostamenti. Tale condizione può accentuarsi in particolare negli edifici pubblici, che in quanto tali sono luoghi in genere molto affollati e rumorosi.

Alla luce di tali considerazioni è possibile desumere che chi cammina secondo il modello *lieve riduzione della funzionalità uditiva* ha la necessità di riuscire a selezionare i suoni che potrebbero metterlo in guardia contro eventuali ostacoli o pericoli, attraverso adeguati livelli

Successivamente, la persona comincia a percepire a fatica i suoni acuti e quindi, per esempio, a sentire male lo squillo del telefono o del campanello di casa. Di norma accade che in un primo tempo chi è colpito da presbiacusia non si renda conto che le sue difficoltà di comprensione dipendono da una diminuzione dell'udito, ma anzi spesso si convince che sono i suoi interlocutori a parlare sottovoce, oppure che sia la televisione ad avere un volume troppo basso o, ancora, che sia il telefono ad essere disturbato. Cfr. Filippo Medina, La presbiacusia, in Il giornale del dirigente, nr. 5 maggio 2007, pag 42, 43.

⁷³ Il fisiologico invecchiamento dell'apparato uditivo, comincia già a partire dai 30/40 anni, arrivando a coinvolgere due persone su tre oltre i 65. Inoltre, il crescente inquinamento acustico ambientale e il progressivo invecchiamento della popolazione fanno sì che il numero di coloro che soffrono di una riduzione più o meno grave delle capacità uditive aumenti del 5% all'anno. Cfr. Desiderio Passali, La qualità della vita delle persone con problemi uditivi, in Ipoacusia. Vivere con un deficit uditivo oggi, nr. 02/2004, pag. 1.

⁷⁴ Cfr. Luciana Modena, Effetto Presbiacusia. Le alterazioni dell'udito: variabili e interventi, in Nursing, luglio 2006 pag. 43-46.

⁷⁵ Cfr. Filippo Medina, La presbiacusia, in Il giornale del dirigente, nr. 5 maggio 2007, pag 42, 43.

⁷⁶ Cfr. Desiderio Passali, La qualità della vita delle persone con problemi uditivi, in Ipoacusia. Vivere con un deficit uditivo oggi, nr. 02/2004, pag. 1.

di volume e toni dei suoni, ma allo stesso tempo necessità di non incorrere in ambienti dove si creano echi e brusii che potrebbero trasmettere stati di ansia e paura. Inoltre una buona condizione di visibilità con un adeguato livello di illuminazione dei percorsi potrebbe rasserenare il modello durante l'attività del camminare.



Mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità uditiva

Per *grave riduzione/assenza della funzionalità uditiva* si intende la sordità grave e profonda⁷⁷, in altri termini la mancanza assoluta di percezione dei suoni⁷⁸, che non consente di usare l'udito come strumento di controllo di questi.

La condizione di sordità può essere molto diversa. Esistono coloro che hanno perso l'udito solo dopo aver imparato a parlare (*i postlinguistici*), i quali avendo avuto in precedenza un'esperienza uditiva della lingua vocale, ricordano come si fa a parlare, anche se non sono più in grado di controllare direttamente la propria pronuncia. Diversi sono coloro che sono nati privi dell'udito o che lo hanno perso prima dell'acquisizione del linguaggio (*i prelinguistici*), i quali, non avendo alcun ricordo sonoro⁷⁹, usano il linguaggio dei gesti, in tali casi si parla di *sordomuti*⁸⁰.

Questa difficoltà percettiva dei suoni può coinvolgere aspetti diversi dell'interazione. Tuttavia il “*sentire*”⁸¹ non vuol dire nient'altro che ricevere, pertanto, così come avviene per il modello grave riduzione/assenza della funzionalità visiva, per la grave riduzione/assenza della funzionalità uditiva la mancanza dell'udito rappresenta l'assenza di una delle modalità sensoriali attraverso cui l'individuo interagisce con l'ambiente, assenza che può essere compensata dall'uso delle modalità sensoriali e percettive residue.

⁷⁷ Il BIAP (Bureau International d'Audiophonologie), nel 1997, ha definito *la sordità come la riduzione più o meno grave dell'udito*, distinguendo i gradi di *sordità grave*, (tra 70 e 90 decibel) e *sordità profonda*, (uguale o superiore ai 90 decibel).

⁷⁸ Dal punto di vista scientifico il sordo è l'individuo impossibilitato a percepire totalmente i suoni. Definizione tratta da L'intervista al prof. Antonio Quaranta, *La paura del silenzio*, a cura di Daniela Pelicioli, in *Ipoacusia. Vivere con un deficit uditivo oggi*, nr. 02/2004, pag. 3.

⁷⁹ Oliver Sacks, *Vedere voci*, Adelphi, Milano, 1990.

⁸⁰ Si considera sordomuto il minorato sensoriale dell'udito affetto da sordità congenita o acquisita durante l'età evolutiva che gli abbia impedito il normale apprendimento del linguaggio parlato, purché la sordità non sia di natura esclusivamente psichica o dipendente da causa di guerra, di lavoro o di servizio. Cfr. Art. 1, Legge n.381 del 26.5.1970.

⁸¹ *Sentire*: Provare percezioni legate agli stimoli sensoriali che derivano dalla sfera fisica strettamente individuale o dall'ambiente circostante. Definizione tratta da Tullio De Mauro, *Dizionario della lingua italiana*, Paravia, Bruno Mondadori Editore, 2006.

In tale circostanza gli altri sensi si affinano e afferrano gli indizi della comunicazione acustica, l'ascolto diventa, così un atto visuale, tattile e intuitivo.

D'altro canto, per avere un'alta sensibilità e consapevolezza uditiva, tutti gli esseri umani devono mescolare alla ricezione sonora dei suggerimenti visuali, tattili e intuitivi⁸².

L'assenza della funzionalità uditiva comporta, quindi, negli individui che ne sono affetti la difficoltà nella percezione del contesto che li circonda e dello spazio. Il modello di *mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva* cammina basandosi sulle sensazioni visive e tattili fornitigli dall'ambiente, attraverso l'esplorazione dello spazio, *si guarda intorno, con un giro d'orizzonte esplorativo, come a cercare nell'ambiente i 'segni' necessari a comprendere dove ci si trova e quale percorso si può o si vuole intraprendere. Questi segni, come ad esempio un'insegna, una luce, la disposizione degli arredi, i cartelli indicatori, un varco che suggerisce la possibilità di entrare, comunicano informazioni, nel senso che stimolano la voglia o la necessità di scegliere fra questa o quella ipotesi*⁸³.

In particolare durante l'attività del camminare la costruzione dell'orientamento e del wayfinding ottenuta attraverso i sensi residui, cioè vista e tatto, è determinante per favorire un consapevole e sicuro incedere.

Il modello di *mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità uditiva* in questione, dovendosi spostare facendo esclusivo affidamento sulla propria vista necessita durante le attività di deambulazione di comprendere in maniera facile ed inequivocabile dove si trova e quali sono i possibili spostamenti che può effettuare, attraverso caratteristiche dello spazio che siano in grado di comunicare informazioni. In tale contesto un forte ruolo è giocato dalla qualità dell'illuminazione⁸⁴ e dell'informazione ambientale (segnaletica visiva, landmarker, conformazione spaziale), affinché gli sia consentita una mobilità in condizioni di comfort e di sicurezza.

⁸² Cfr. Bruna Zani, Patrizia Selleri, Dolores David, *La comunicazione*, Carocci, Roma, 2000.

⁸³ Cfr. Salvatore Zingale, *Segnare la strada: il contributo della semiotica al Wayfinding*, in *ergonomia*, 4.2006.

⁸⁴ Le persone che hanno una ridotta o assente funzionalità uditiva sono particolarmente suscettibili ai fenomeni di abbagliamento visivo. Le luci accecanti ed abbaglianti disturbano ed alterano la percezione ottenuta attraverso uno dei sensi residui che tali soggetti sfruttano per muoversi negli spazi, probabilmente il più necessario per tali soggetti, impedendogli la possibilità di percepire informazioni utili. Tratto da *Ipoacusia e invecchiamento*, http://www.geriatria.unimo.it/sor_medici.htm

I modelli di mobilità derivanti dall'esperienza, motivazione e stile di vita



Mobilità con paura di cadere

La paura di poter scivolare o inciampare sulla pavimentazione può essere determinata dal ricordo di essere caduti o dalla consapevolezza delle proprie difficoltà di deambulazione causate da modificazioni delle caratteristiche motorie o sensoriali che determinano incertezza e instabilità motoria.

L'ossessiva paura di cadere che alcuni individui provano mentre camminano, può in certi casi trasformarsi addirittura in *basofobia*⁸⁵ provocando in tali soggetti l'impossibilità ad affrontare autonomamente le situazioni temute.

L'ansia di cadere può essere più o meno marcata in funzione delle circostanze e si intensifica se le condizioni della pavimentazioni e dei percorsi in cui il modello si muove non gli trasmettono sicurezza. Percorsi molto pendenti, in pessime condizioni di manutenzione, pavimentazioni sconnesse, instabili, presenza di dislivelli, ecc. possono aumentare il senso d'ansia in tale modello.

L'andatura del modello di *mobilità con paura di cadere* può dunque essere caratterizzata da frequenti pause, dalla difficoltà ad iniziare la marcia e dalla propensione ad incedere prestando particolare attenzione al pavimento per assicurarsi che le sue condizioni siano tali da non provocargli cadute. L'attitudine a fissare il pavimento mentre cammina, tipica di questo modello, lo induce, però, a non prestare la dovuta attenzione alle condizioni del contorno: presenza di suoni o rumori, conformazione e colori delle pareti, cambi di direzione, presenza di accessi e quindi a perdere l'orientamento e il wayfinding e a non avvertire situazioni di pericolo.

Tale modello, pertanto, necessita di ricevere rassicurazioni dall'ambiente in cui si sposta. Infatti, affinché la sua ansia non aumenti, deve poter camminare distinguendo ed individuando con chiarezza e con anticipo le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti, come l'eventuale presenza di dislivelli e sconnesione. Deve inoltre avere condizioni ambientali che gli favoriscano la riconoscibilità dei percorsi, nonché deve ricevere le giuste informazioni circa le caratteristiche degli elementi tecnici. Ad esempio dalla texture

⁸⁵ *Basofobia* /bazof'o'bia/ s. f. [comp. del gr. *básis* "il camminare" e di *-fobia*]. - (psicol.) Stato fobico, per cui un malato, pur essendo indenne da lesioni neurologiche, non riesce a iniziare la deambulazione. Enciclopedia Treccani.

o dal trattamento superficiale della superficie di calpestio il modello paura di cadere deve accorgersi se la pavimentazione è compatta, se è asciutta o bagnata in modo da sapere con anticipo come comportarsi.



Mobilità con mancanza di conoscenza del luogo

Camminare senza conoscere il luogo significa spostarsi in un ambiente/edificio per raggiungere determinati obiettivi di fruizione del servizio/spazio senza avere alcuna consapevolezza dell'orientamento e del wayfinding da adottare in esso. In genere tal modello di mobilità è tipico di chi entra per la prima volta in un edificio pubblico.

Chi cammina secondo il modello di *mobilità con mancanza di conoscenza del luogo* in genere *non punta mai lo sguardo verso una sola direzione, ma si guarda intorno, con un giro d'orizzonte esplorativo, come a cercare nell'ambiente i 'segni' necessari a comprendere dove ci si trova e quale percorso si può o si vuole intraprendere. Questi segni, come ad esempio un'insegna, una luce, la disposizione degli arredi, i cartelli indicatori, un varco che suggerisce la possibilità di entrare, comunicano informazioni, nel senso che stimolano la voglia o la necessità di scegliere fra questa o quella ipotesi*⁸⁶.

*I tutti i casi in cui per difetti nell'emissione, nella ricezione o nell'interpretazione di un segnale ambientale l'uomo non è in condizione di interagire correttamente con l'ambiente per lo svolgimento delle proprie attività quotidiane, insorgono incertezze ed ambiguità, affaticamento ed errore che determinano condizioni di conflitto percettivo... La difficoltà nell'interpretazione del segnale, infatti, genera una barriera cognitiva*⁸⁷.

La mancanza di tali segni o la loro inadeguatezza semiotica possono generare nel modello senso di smarrimento e difficoltà nel prendere decisioni, nonché una maggiore vulnerabilità alle cadute determinata dalla esclusiva concentrazione a capire dove dirigersi e la scarsa attenzione alle caratteristiche della pavimentazione.

In tale modello, inoltre, gli errori nel percorrere le giuste traiettorie gli rendono il cammino faticoso poiché costretto a ripercorrere avanti e dietro gli stessi percorsi nel tentativo di trovare la strada giusta, camminando, così, più del necessario.

⁸⁶ Cfr. Salvatore Zingale, *Segnare la strada: il contributo della semiotica al Wayfinding*, in *Ergonomia*, 4 del 2006.

⁸⁷ Cfr. Antonio Lauria, Pierluigi Spadolini, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.

Il modello di *mobilità con mancanza di conoscenza del luogo*, quindi, necessita di comprendere in maniera facile ed inequivocabile dove ci si trova e quali sono le mappe di spostamento da compiere attraverso la comunicazione architettonica. Un ambiente comunicativo è quello in grado di fornire all'uomo le informazioni necessarie orientarsi e trovare la strada, *attraverso la qualità dei segnali emessi nel rispetto delle potenzialità percettive dei diversi profili d'utenza e dei valori storici, culturali e delle convenzioni sociali operanti nel luogo*⁸⁸ e consentendo che la mobilità si svolga in condizioni di comfort e di sicurezza.

Mobilità con passo veloce/sostenuto



La fretta di raggiungere un luogo, la necessità di superare la ressa di persone (claustrofobia), la personale attitudine ad un più efficiente ritmo della camminata, sono tutte motivazioni che inducono le persone a camminare *a passo veloce/sostenuto*.

Il modello di *mobilità con passo veloce/sostenuto* ha un'andatura caratterizzata da velocità del cammino, maggiore lunghezza del passo e maggiore oscillazione in avanti del tronco.

Da un punto di vista comportamentale, il modello cammina guardando dritto in avanti lungo la traiettoria da seguire, abbassando di rado lo sguardo sul pavimento, facendo slalom tra le persone per superare la folla e prestando poca attenzione a ciò che gli sta intorno.

La vulnerabilità alla caduta determinata dal comportamento del modello è aumentata dalle caratteristiche cinematiche del suo cammino. Secondo la disciplina della cinematica, infatti, il baricentro del corpo di chi cammina con passo veloce cade, durante la deambulazione, per più della metà del tempo (63%) al di fuori della base di appoggio⁸⁹.

Tale modello pertanto necessita di non trovare ostacoli lungo la traiettoria, di avere spazio per effettuare gli slalom tra le persone in sicurezza, di avere superfici compatte, non sconnesse e prive di dislivelli minimi, poter camminare a passo sostenuto o correre senza scivolare o

⁸⁸ Cfr. Antonio Lauria, Pierluigi Spadolini, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.

⁸⁹ Nel paragrafo 1.2 relativo al fenomeno della deambulazione si è definito il *ciclo del cammino* come il periodo che intercorre tra due appoggi successivi dello stesso piede sul terreno. Questo ciclo può essere diviso nelle due fasi di *stance* e di *swing*. La *fase di appoggio* (*fase di stance*), durante la quale il piede rimane a contatto con il suolo occupa circa il 60% del ciclo del passo, ma diminuisce sempre più mano a mano che si aumenta la velocità di deambulazione (nella corsa si riduce fino al 37% circa). Ciò significa che la *fase di oscillazione* (*fase di swing*) nella deambulazione veloce occupa circa il 63% del ciclo del cammino. Tale valore indica che il 63% della deambulazione veloce è interessato dalla fase di spostamento, quando, cioè, il baricentro del corpo non cade nella base di appoggio, senza considerare le maggiori oscillazioni sagittali del tronco durante il camminamento veloce.

inciampare e di avere un'adeguata visibilità nel percorso per assicurarsi delle condizioni e caratteristiche del percorso.



Mobilità con passo lento

Per modello di *mobilità con passo lento* si intende chi ha un'andatura lenta del cammino, a causa delle necessità d'uso degli spazi e non delle modificate caratteristiche motorie e sensoriali. La scelta di associare tale modello al comportamento piuttosto che alle caratteristiche motorie scaturisce dal fatto che il passo lento in sé non crea vulnerabilità alle cadute, piuttosto camminare lentamente per esigenze comportamentali rende gli individui più distratti rispetto a ciò che gli sta intorno. Tale distrazione può essere la causa di cadute per scivolamento o inciampo. Passeggiare e fare shopping durante i momenti di attesa sono attività tipiche in alcune tipologie di edifici pubblici, si pensi, ad esempio, agli edifici per il trasporto, come stazioni ferroviarie, aeroporti, porti marittimi, ecc. Durante le attese, spesso lunghe, del treno, dell'aereo o della nave gli utenti di tali edifici in genere tentano di impegnare tale tempo libero riposando seduti nelle aree predisposte per le attese oppure passeggiando, facendo shopping o ristorandosi. Tali esigenze d'uso dello spazio determinano il modello di *mobilità con passo lento*, caratterizzato da un'andatura rilassata e serena. Percorrere gli spazi *con passo lento*, per questo modello, significa concedersi un momento di svago e di riposo, il che implica la necessità, durante il percorso, di potersi riposare o ristorare, di potersi svagare e trovare interessante la passeggiata, nonché di camminare al riparo dagli agenti atmosferici e in condizioni di comfort termico.

In tale modello pertanto i requisiti dei percorsi e degli elementi tecnici ivi presenti da assicurare sono relativi soprattutto alla qualità del camminare nel senso di assicurazione di comfort e benessere mentre cammina, piuttosto che alla sicurezza agli infortuni per scivolamento e inciampo.



Mobilità con pesi/bagagli senza ruote

Durante le attività di vita quotidiana può capitare a qualsiasi individuo di doversi spostare all'interno degli edifici pubblici, portando con sé *pesi senza ruote* più o meno pesanti ed ingombranti, come borse, zaini, buste con la spesa, valigie, scatole, pacchi, ecc.

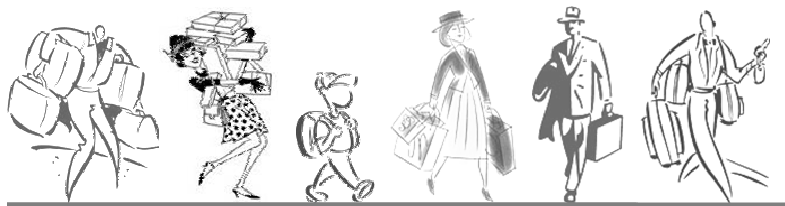


Figura 33 Alcuni esempi di utenti reali che camminano secondo il modello mobilità con pesi/bagagli senza ruote

A prescindere dalle caratteristiche motorie e sensoriali specifiche (vedi modelli relativi a caratteristiche motorie e sensoriali) di alcuni modelli di mobilità e la differente fatica (vedi *modello con facilità alla fatica*) che ogni individuo impiega nel portare tali pesi camminando, il deambulare *trasportando pesi/bagagli senza ruote* comporta in ogni caso *l'assunzione di posture incongrue*. *La colonna vertebrale non allineata e le inclinazioni laterali del busto*⁹⁰ caratterizzano la postura e l'andamento di tale modello di mobilità durante la deambulazione. Lo studio del fenomeno della deambulazione ha mostrato come durante l'attività del camminare qualsiasi alterazione della postura eretta determina uno spostamento incongruo del baricentro corporeo rispetto alla base di appoggio e dunque un maggior rischio di perdere l'equilibrio e cadere sulla pavimentazione.



Figura 34 Assunzione di posture incongrue causate dal trasporto di pesi e conseguente spostamento del baricentro dalla base d'appoggio

Il modello di *mobilità con pesi/bagagli senza ruote*, pertanto, necessita di camminare in spazi/percorsi, le cui caratteristiche (caratteristiche delle superfici di calpestio e caratteristiche dimensionali dei percorsi) siano tali da indurlo a modificare ulteriormente la sua postura ed aumentare il livello di predisposizione alla caduta. In condizioni reali una persona che cammina trasportando una valigia associa al modello mobilità con pesi/bagagli senza ruote quello che è stato definito come mobilità con facilità all'affaticamento. Ciò significa che tale individuo non deve essere costretto a camminare per molto tempo per raggiungere un

⁹⁰ Cfr. Peter Forster, Bianca Buser, *Postura e movimento: Anatomia e fisiologia motoria*, dispensa PT 2.5, Aprile 2006, http://www.pforster.ch/ydisp/PT%202_5.htm

obiettivo, deve poter trovare aree di sosta lungo il percorso e non incorrere in percorsi irti o troppo pendenti.

Mobilità con pesi/bagagli con ruote



Camminare trasportando pesi/bagagli con ruote significa doversi spostare portando con sé dei pesi dotati di rotelle. Tale modello di mobilità, dunque appartiene ad una vasta categoria di utenti, si pensi, ad esempio, alle mamme che portano i passeggini, a coloro che assistono le persone su sedia a ruote, alle signore che portano le borse della spesa con ruote, ai viaggiatori con i trolley, ai facchini con i portapacchi, ed altri ancora.

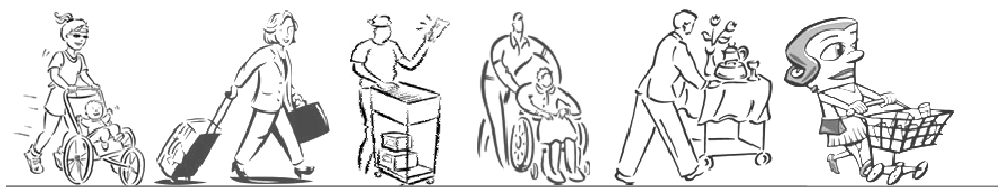


Figura 35 Alcuni esempi di utenti reali che camminano secondo il modello mobilità con pesi/bagagli con ruote

L'andatura del modello di *mobilità con pesi/bagagli con ruote* è quindi condizionata dalle caratteristiche del peso e dalla presenza delle ruote. Camminare secondo tale modello significa spostarsi spingendo (passeggino, carrello della spesa, sedia a ruote, portapacchi, ecc.) o trascinando (trolley, borsa con ruote della spesa) il peso/bagaglio. Ne consegue la necessità di poter far scivolare le rotelle del peso sul pavimento con comfort e con efficienza (poca fatica); senza subire eccessivi rumori o vibrazioni alle braccia, senza impigliare le ruote in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti sulla pavimentazione, né affondare su pavimentazioni fangose o sabbiose. Inoltre, tale modello, ha l'esigenza di poter superare con il peso con le ruote i dislivelli autonomamente e senza pericoli, di avere larghezze dei percorsi tali da consentirgli il transito (considerato il maggiore ingombro) ed effettuare tutte le manovre necessarie per fruire degli spazi, compresa l'inversione di marcia.

Mobilità con scarpe con il tacco



Le scarpe e i differenti tipi di suola, il loro stato di conservazione rappresentano un altro elemento soggettivo che condiziona il modo di camminare delle persone. La scelta del modello di mobilità con scarpe con il tacco scaturisce dalla volontà di prendere in

considerazione la calzatura che determina, tra tutte, la condizione più disagiata per camminare. Indossare scarpe con il tacco è un'abitudine o uno stile di vita di molte donne nel mondo. Inoltre si tratta di una calzatura sicuramente poco comoda e sicura per camminare, rispetto alle scarpe basse o a quelle con la suola in gomma, poiché non restituisce una solida stabilità alla base di appoggio.

Infatti, se si considera che, già in condizioni normali, *l'uomo può essere paragonato ad un'alta torre con fondamenta strette e base d'appoggio ridotta*, la maggiore riduzione della superficie della pianta del piede su cui grava il peso del corpo determinata da tale calzatura (appoggio sulla punta) e la maggiore altezza non fanno che aumentare il rischio caduta sul pavimento. In figura 36 è mostrato l'appoggio del peso del corpo sulla scarpa con il tacco durante al fase di swing. Il triangolo pieno segnala il punto dove la scarpa tocca il pavimento appoggiando su di esso il peso del corpo; un triangolo vuoto indica invece un punto dove la scarpa tocca il pavimento, ma senza caricarvi alcun peso.

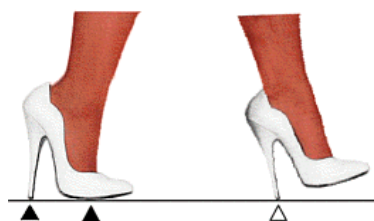


Figura 36 Punti di appoggio della scarpa con la superficie di calpestio

I tacchi, non sono adatti alla posizione eretta, il peso viene appoggiato su una struttura elevata ed instabile, con i conseguenti problemi di equilibrio. L'inclinazione prodotta da un tacco di otto centimetri su di una persona di un metro e ottanta è di circa venticinque gradi, se la scarpa è di tipo a zeppa. Un tacco normale della stessa altezza aumenta la pendenza fino a quarantacinque gradi. Persino con un tacco di soli due centimetri, la misura media per un paio di scarpe da uomo, l'inclinazione è di dodici gradi.

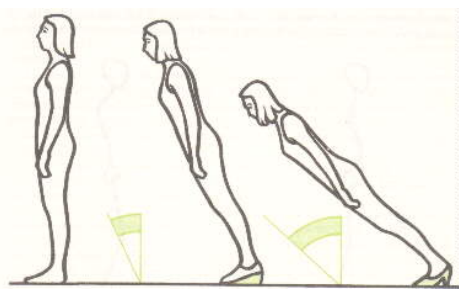


Figura 37 Inclinazione del corpo prodotta dal tacco della scarpa

Ovviamente non è naturale camminare con una tali inclinazioni, per cui chi indossa scarpe con il tacco è costretto a notevoli correzioni posturali per restare più o meno diritto e, soprattutto, ha una minore aderenza della suola sulla superficie, specie in caso di superfici scivolose o inclinate, poiché il peso del corpo grava solo sulla punta del piede e non su tutta la pianta⁹¹.

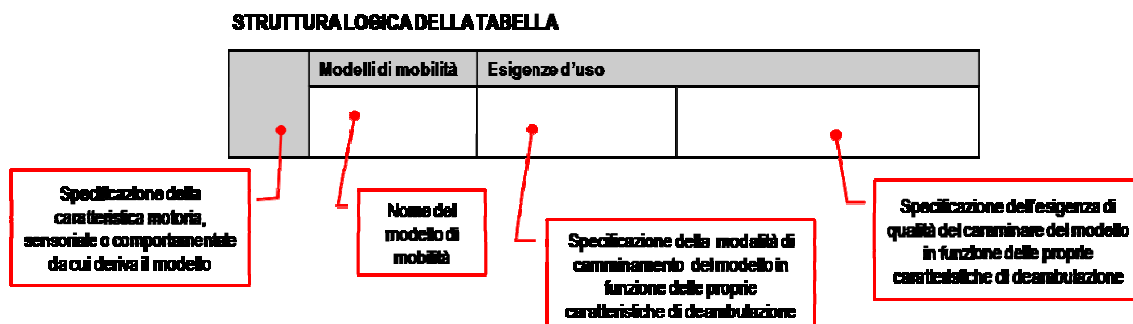
Il modello di *mobilità con scarpe con il tacco*, dunque, necessita, durante l'attività del camminare, di appoggiare i tacchi della scarpa su superfici stabili e compatte, il tacco infatti, su cui grava il peso di tutto il corpo non deve affondare, né scivolare sulla superficie di calpestio, né deve potersi impigliare in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti sulla pavimentazione.

2.6 Relazione tra modelli di mobilità e uso dei percorsi: identificazione delle esigenze d'uso

L'individuazione e definizione dei modelli di mobilità, svolta nel paragrafo precedente è risultata necessaria per comprendere come in funzione delle variabili caratteristiche motorie, sensoriali e comportamentali possono variare le modalità di camminamento dell'uomo reale. Nel presente paragrafo si tenterà, attraverso delle schede di relazione, di esplicitare le esigenze d'uso dei percorsi dei diversi modelli di mobilità.

Tale studio sarà determinante per individuare poi, attraverso un approccio esigenziale/prestazionale, le caratteristiche che i percorsi ed i suoi elementi devono possedere per soddisfare la classe di requisiti della percorribilità e garantire qualità del camminare (comfort e sicurezza) all'utenza differenziata degli edifici pubblici.

La scheda sarà così articolata:



⁹¹ Cfr. Victor Barker, *Postura Posizione Movimento*, Edizioni Mediterranee, Roma, 1998.

IDENTIFICAZIONE DELLE ESIGENZE D'USO DEI MODELLI DI MOBILITÀ RISPETTO ALLE CARATTERISTICHE FISICO-MOTORIE

Caratteristiche motorie e deambulazione	Modelli	Esigenze d'uso	
	Mobilità con passo alterato	Necessità di poter camminare trascinando, sulla superficie di calpestio, il piede/i piedi che presenta differente capacità di articolazione; necessità di avere stabilità durante le fasi di appoggio del cammino.	<i>Superare senza fatica la resistenza al trascinamento del piede sulla superficie di calpestio; non subire sobbalzi, vibrazioni o inciampi durante il trascinamento del piede; non scivolare con il piede che articola bene il movimento e su cui grava il peso di tutto il corpo; non ricevere sensazioni di instabilità dalla superficie di calpestio.</i>
	Mobilità con bastoni o stampelle	Necessità di deambulare scaricando il peso del corpo su superfici estremamente ridotte (bastone, stampella)	<i>Appoggiare sulla superficie di calpestio la punta del bastone o della stampella di cui si serve per la deambulazione (e su cui grava il peso del corpo) in maniera stabile e sicura, senza che la punta vi affondi o possa impigliarsi in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti su di essa; appoggiare la punta del bastone o della stampella sulla superficie di calpestio senza che questa possa subire cedimenti fisici (rotture, spaccature, ecc.) mentre è sottoposta all'azione della forza puntuale della punta del bastone.</i>
	Mobilità con sedia a ruote	Necessità di poter far scivolare le ruote della sedia a rotelle sulla superficie di calpestio	<i>Far scivolare sulla superficie di calpestio le ruote della sedia di cui si serve per la deambulazione in maniera stabile e sicura, senza che le rotelle possano affondarvi o impigliarsi in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti su di essa; non subire sobbalzi o vibrazioni durante lo scorrimento delle ruote sulla pavimentazione; superare con la sedia a rotelle i dislivelli autonomamente e senza pericoli; effettuare con la sedia a rotelle tutte le manovre necessarie per fruire degli spazi, compresa l'inversione di marcia.</i>
	Mobilità con ridotta capacità a mantenere l'equilibrio	Necessità di potersi appoggiare e sostenere ad appigli o appoggi presenti lungo il percorso; Necessità di non ricevere dall'ambiente stimoli che possano generare vertigini o occasioni di perdita di equilibrio	<i>Articolare i passi sulla superficie di calpestio in maniera stabile e sicura; non scivolare sulla superficie di calpestio durante l'articolazione dei passi; ricevere dalla superficie di calpestio sensazioni di stabilità durante l'articolazione dei passi; ricevere aiuto e sostegno all'equilibrio dagli elementi tecnici e dalle attrezzature presenti nell'ambiente; non ricevere dalle condizioni ambientali, funzionali-spaziali e tecniche degli spazi/percorsi stimoli che possano generare vertigini o occasioni di perdita di equilibrio.</i>
	Mobilità con facilità all'affaticamento	Necessità di percorrere spazi/percorsi adeguati alle proprie performance di affaticamento; di camminare potendo recuperare le energie di tanto in tanto.	<i>Non incorrere in spazi/percorsi che per caratteristiche morfologiche e dimensionali incidono negativamente sulla facilità di affaticamento; non dover camminare per molto tempo per raggiungere un obiettivo; non incorrere in percorsi irti o troppo pendenti; ricevere sostegno all'affaticamento dagli elementi tecnici e dalle attrezzature presenti negli spazi/percorsi; percorrere spazi/percorsi potendosi riposare di tanto in tanto soprattutto nei lunghi tratti.</i>

IDENTIFICAZIONE DELLE ESIGENZE D'USO DEI MODELLI DI MOBILITÀ RISPETTO ALLE CARATTERISTICHE SENSORIALI

Caratteristiche sensoriali	Modelli	Esigenze d'uso	
	Mobilità con lieve riduzione della funzionalità visiva	Necessità di camminare riconoscendo con anticipo e chiarezza le caratteristiche dei luoghi; necessità evitare sforzi visivi intensi/prolungati durante il cammino.	<i>Distinguere ed individuare con anticipo, chiarezza visiva e senza errori le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti attraverso i contrasti cromatici e l'illuminazione; non subire abbagliamenti o riverberi dalle caratteristiche tecniche e ambientali degli spazi/percorsi; ricevere completezza delle informazioni circa le caratteristiche degli elementi spaziali anche attraverso gli altri canali percettivi.</i>
	Mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva	Necessità di camminare riconoscendo con anticipo e chiarezza le caratteristiche dei luoghi; effettuare con autonomia e consapevolezza le operazioni di orientamento e le decisioni di wayfinding	<i>Distinguere ed individuare con anticipo, chiarezza e senza errori le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti attraverso feedback acustici, tattili o olfattivi; comprendere attraverso il senso aptico, tattile e acustico in maniera chiara, facile ed inequivocabile dove ci si trova e quali sono le mappe di spostamento da compiere⁹².</i>
	Mobilità con difficoltà nella percezione dei colori	Necessità di camminare in luoghi dove siano riconoscibili gli effetti cromatici che definiscono le caratteristiche dei percorsi e dei suoi elementi	<i>Percepire i contrasti cromatici che caratterizzano i percorsi e i suoi componenti adeguatamente alle proprie performance visive; distinguere ed individuare con chiarezza cromatica e senza errori le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti attraverso l'uso di colori e contrasti cromatici adeguati alle diverse modalità di percezione dei colori.</i>
	Mobilità con lieve riduzione della funzionalità uditiva	Necessità di riconoscere le caratteristiche dei percorsi attraverso l'ausilio dei sensi residui; necessità di camminare senza subire dall'ambiente illusioni acustiche	<i>Distinguere ed individuare con chiarezza e senza errori le caratteristiche degli elementi spaziali attraverso i canali percettivi residui (vista, olfatto, tatto); non incorrere in percorsi caratterizzati da discomfort acustico dove le condizioni di acustica sono tali da sfavorire il riconoscimento di quei suoni e della loro provenienza utili per la sicurezza e una consapevole deambulazione.</i>
	Mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità uditiva	Necessità di riconoscere le caratteristiche attraverso la disponibilità dei sensi residui	<i>Distinguere ed individuare con anticipo, chiarezza e senza errori le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti attraverso chiari feedback visivi, tattili o olfattivi.</i>

⁹² I non vedenti sfruttano i percorsi guida naturali per camminare autonomamente e in sicurezza, per percorsi guida naturali si intendono percorsi che consentono con la loro conformazione di guidare il non vedente lungo il percorso (ad esempio un percorso fiancheggiato da cordoli, aiuole o muretti è un percorso guida naturale realizzato attraverso scelte architettoniche). Qualora mancano tali percorsi guida naturali la segnaletica sul piano di calpestio dedicata e rivolta alle persone con problemi di vista opportunamente impiegata, interviene nel fornire informazioni utili per la comprensione e per l'uso consapevole degli ambienti, confinati e a cielo aperto.

IDENTIFICAZIONE DELLE ESIGENZE D'USO DEI MODELLI DI MOBILITÀ RISPETTO ALL'ESPERIENZA, LA MOTIVAZIONE E LO STILE DI VITA

Esperienza, motivazione e stile di vita	Modelli	Esigenze d'uso	
	Mobilità con passo veloce/sostenuto	Necessità di poter raggiungere gli obiettivi di fruizione del servizio percorrendo gli spazi(percorsi di corsa	Camminare a passo sostenuto o correre senza possibilità di scivolare o inciampare; distinguere ed individuare con chiarezza visiva e con anticipo le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti; avere dall'ambiente la disponibilità di scegliere percorsi più veloci da percorrere; avere a disposizione spazi dimensionalmente adeguati per camminare a passo sostenuto senza urtare o scontrarsi con cose o persone.
	Mobilità con passo lento	Necessità di svagarsi durante il percorso	Riposare o ristorare durante il percorso; camminare in spazi/percorsi ricevendo da questi stimoli emotivi e percettivi che possano rendere più piacevole e meno noioso il percorrere; percorrere gli spazi/percorsi al riparo dagli agenti atmosferici e in condizioni di comfort termico.
	Mobilità con pesi/bagaglio senza ruote	Necessità di camminare trasportando pesi senza ruote di natura diversa ricevendo dagli spazi/percorsi sensazioni di stabilità e sicurezza	Ricevere sensazioni di stabilità dalla superficie di calpestio, avere a disposizione spazi dimensionalmente adeguati al maggiore ingombro determinato dai pesi trasportati al fine di non modificare ulteriormente la propria postura di equilibrio precario, nonché poter passare senza urtare o scontrarsi con cose o persone.
	Mobilità con pesi/bagaglio con ruote	Necessità di poter far scivolare le ruote di passeggini, trolley, carrelli, ecc. sulla superficie di calpestio	Far scivolare sulla superficie di calpestio le di passeggini, trolley, carrelli trasportati in maniera stabile e sicura, senza che le rotelle possano affondare sulla superficie o impigliarsi in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti sulla pavimentazione; non subire sobbalzi o vibrazioni durante lo scorrimento delle ruote sulla pavimentazione; superare con il peso i dislivelli autonomamente e senza pericoli; effettuare in spazi adeguatamente dimensionati tutte le manovre necessarie per fruire degli spazi, compresa l'inversione di marcia
	Mobilità con mancanza di conoscenza del luogo	Necessità di riconoscere le caratteristiche dei percorsi per effettuare con consapevolezza ed autonomia le operazioni di orientamento e le decisioni di wayfinding	Distinguere ed individuare con chiarezza senza errori le caratteristiche del percorso e dei suoi componenti attraverso l'esplorazione visiva del contesto; comprendere attraverso l'esplorazione visiva dell'architettonico e della segnaletica in maniera facile ed inequivocabile dove ci si trova e quali sono le mappe di spostamento da compiere
	Mobilità con scarpe con il tacco	Necessità di deambulare scaricando il peso del corpo su superfici estremamente ridotte (tacchi)	Appoggiare i piedi sulla superficie di calpestio in maniera stabile e sicura e senza che il tacco vi affondi o possa impigliarsi in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti su di essa.
	Mobilità con paura di cadere	Necessità di riconoscere le caratteristiche reali dei percorsi senza ricevere illusioni percettive	Ricevere dall'ambiente informazioni reali circa le caratteristiche tecniche della pavimentazione

La lettura delle schede di relazione mostra come alcune esigenze d'uso dei percorsi/ambienti sono comuni a più modelli di mobilità. A titolo esemplificativo i modelli *“mobilità con ausilio di bastoni”* e *“mobilità con scarpe con tacco”* hanno le stesse esigenze di camminare scaricando il peso del corpo su superfici estremamente ridotte (tacco o punta bastone) e quindi di camminare su una superficie di calpestio stabile e sicura, senza che il tacco o la punta del bastone vi affondi o possa impigliarsi in fessure, intercapedini e grigliati eventualmente presenti sulla pavimentazione. La stessa riflessione vale per i modelli *“mobilità con ausilio di sedia a ruote”* e *“mobilità con peso/bagaglio con ruote”*, si tratta infatti di due modelli che hanno la stessa necessità di spostarsi facendo scivolare sulla superficie di calpestio strumenti con ruote in maniera stabile e sicura. Il modello *“mobilità con mancanza di conoscenza dei luoghi”* può essere assimilato ai modelli *“mobilità con grave/assente riduzione della funzionalità visiva e uditiva”* e così via.

Pertanto è possibile stilare un unico elenco di esigenze d'uso di percorsi/ambienti, che sia in grado di rappresentare un quadro complessivo delle esigenze connesse alla percorribilità in tutti i modelli di mobilità individuati.

Tale elenco consentirà poi, nell'ottica di un approccio di tipo esigenziale/prestazionale, di definire i requisiti tecnici e le relative specificazioni e specifiche tecniche dei percorsi e delle loro pavimentazioni.

Il quadro delle esigenze è indicativo di seguito.

- *Necessità di poter camminare trascinando, sulla superficie di calpestio, il piede/i piedi che presenta differente capacità di articolazione;*
- *Necessità di deambulare scaricando il peso del corpo su superfici estremamente ridotte (bastone, stampella, tripodi, tacchi);*
- *Necessità di poter far scivolare le ruote di ausili e strumenti (sedia a rotelle, passeggini, trolley, carrelli, ecc.) sulla superficie di calpestio;*
- *Necessità di potersi appoggiare e sostenere ad appigli o appoggi presenti lungo il percorso;*
- *Necessità di non ricevere dall'ambiente stimoli che possano generare vertigini o la perdita di equilibrio;*
- *Necessità evitare sforzi fisici intensi/prolungati durante il percorrere;*
- *Necessità evitare sforzi visivi intensi/prolungati durante il percorrere*
- *Necessità di svagarsi durante il percorso;*
- *Necessità di percorrere gli spazi al riparo dagli agenti atmosferici;*

- *Necessità di riconoscere attraverso i diversi canali percettivo/sensoriali le caratteristiche dei percorsi e comprendere orientamento e wayfinding attraverso caratteristiche percettive differenziate.*

CAPITOLO 3

Studio delle componenti ambientali e spaziali-funzionali

3.1 Individuazione dei fattori ambientali che incidono sulla percorribilità

Nel paragrafo saranno individuate ed analizzate le componenti ambientali degli elementi spaziali, che incidono sulla classe di requisiti della percorribilità. In particolare si individuerà una selezione di fattori dei quali è maggiormente evidente la relazione con la qualità del camminare. Tali fattori, infatti, possono avere un forte impatto sulle prestazioni di percorribilità, poiché possono modificare le condizioni di qualità del camminare.

Illuminazione

Le condizioni di illuminazione negli spazi chiusi sono determinanti per offrire agli utenti, qualsiasi sia la loro capacità visiva, adeguate prestazioni di visione e percezione dello spazio e degli elementi in esso presenti, al fine garantirne la sicurezza in termini di riduzione del rischio di caduta per scivolamento e inciampo sulla pavimentazione.

Il rischio caduta, infatti, è fortemente subordinato anche alla capacità dell'ambiente di offrire adeguati livelli di visione al soggetto, in termini di quantità e qualità della luce disponibile e di distribuzione delle fonti di illuminazione nell'ambiente, attraverso il controllo dell'illuminamento, dell'abbagliamento, della riflessione, della distribuzione della luminanza, nonché della resa cromatica.

È necessario considerare, infatti, che gli individui, durante l'attività di deambulazione tendono a guardarsi intorno esplorando l'ambiente con la vista al fine di ricevere informazioni di varia natura circa lo spazio che li circonda. Tale compito esplorativo è fortemente condizionato sia dalle capacità visive del soggetto, ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente, tra queste, appunto, l'illuminazione.

Un'illuminazione non adeguata alle caratteristiche della pavimentazione e viceversa può compromettere negativamente la qualità del camminare degli utenti. Esiste dunque una stretta relazione di dipendenza tra le qualità dell'illuminazione (quantità e qualità della luce, tipologia di illuminazione, direzione e posizione degli elementi illuminanti, distribuzione delle luminanze, ecc.) e le qualità dei percorsi e delle pavimentazioni (colore, caratteristiche di riflessione, texture e trattamento superficiale, ecc.), poiché la non adeguatezza delle une alle altre può alterare le rispettive prestazioni progettate. Un trattamento superficiale della pavimentazione non adeguato alle condizioni di illuminamento presenti nell'ambiente, può

generare distorsioni percettive degli oggetti osservati dall'individuo. Si pensi ad esempio alla combinazione in un ambiente di un'illuminazione diretta e una pavimentazione riflettente. Tale abbinamento genererà sulla superficie di calpestio dei giochi di luce/ombra che potrebbero essere causa di inesatta percezione da parte dell'utente delle caratteristiche della pavimentazione. I giochi di luce/ombra, la generazione di macchie definite sulla pavimentazione possono generare nell'utente la percezione di ostacoli o dislivelli che effettivamente non esistono, inducendoli a modificare la propria postura durante la deambulazione e incrementare il rischio caduta.

Ciò significa che il progetto illuminotecnico e la scelta degli elementi tecnici da mettere in opera in un edificio devono tener conto della dimensione sistemica del sistema edilizio e delle reciproche interazioni tra gli elementi. È indispensabile dunque individuare tutti quei parametri che caratterizzano l'illuminazione al fine di leggere le reciproche interazioni con i percorsi e le pavimentazioni.

Da un punto di vista qualitativo, l'illuminazione negli spazi chiusi può essere naturale e/o artificiale. La luce naturale filtra dall'esterno all'interno attraverso le aperture e trasparenze dell'involucro edilizio ed è sicuramente biologicamente più adeguata al benessere psicofisico delle persone⁹³. Tuttavia la luce naturale può generare all'interno degli ambienti dei contrasti luce/ombra e delle macchie di luce che cambiano nell'arco della giornata secondo il movimento del sole nella volta del cielo, determinando condizioni visuali interne non sempre ottimali per l'eccessivo contrasto e per le riflessioni sulle superfici. A tale proposito una progettazione dell'involucro edilizio e dell'orientamento dello stesso adeguato alle condizioni di soleggiamento del luogo, così come la progettazione di adeguate schermature per le aperture può consentire di controllare consapevolmente ed idoneamente la luce naturale che filtra all'interno degli edifici.

⁹³ La luce naturale è in grado di riprodurre fedelmente i colori e seguire il ciclo biologico di luce e buio nell'arco della giornata.

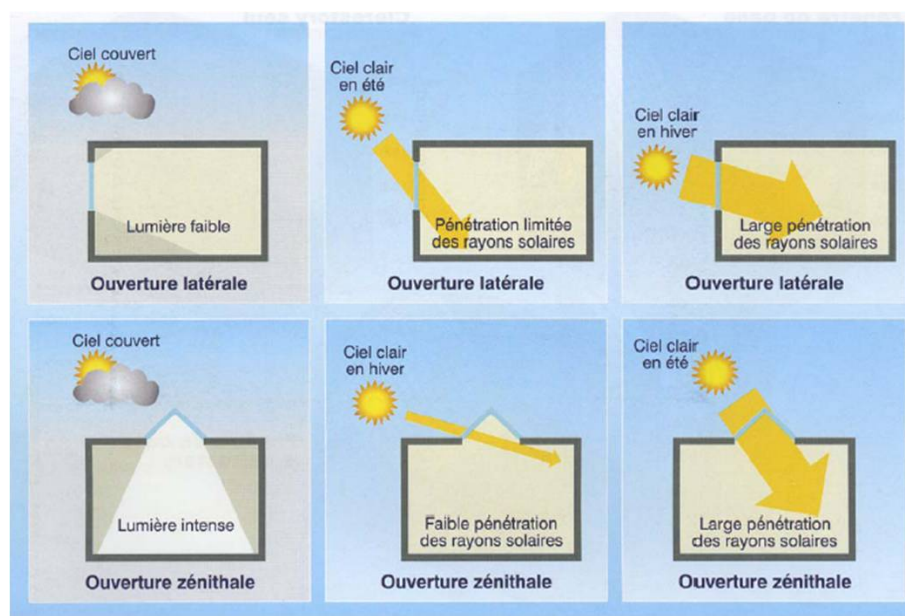


Figura 38 L'illuminazione naturale: comportamento delle aperture nell'involucro edilizio

La luce artificiale interviene a svolgere la sua funzione negli spazi interni quando le condizioni atmosferiche e ambientali naturali risultano insufficienti ad assolvere il loro compito di illuminare o quando l'involucro edilizio non consente che la luce naturale filtri nell'ambiente. Pur non offrendo il medesimo benessere fisiopsicologico offerto dalla luce naturale, anche la luce artificiale se il progetto illuminotecnico è adeguato alle caratteristiche ambientali e dei soggetti, può garantire efficienti compiti visivi.

Distinguiamo poi la luce diretta e indiretta. In particolare l'illuminazione diretta è un sistema nel quale il flusso luminoso incide direttamente sugli oggetti illuminati. L'illuminazione indiretta, invece, è un sistema nel quale il flusso luminoso incide sugli oggetti illuminati solo dopo essersi riflesso alle pareti o al soffitto, in una misura superiore al 90%. Tale sistema determina un'illuminazione dolce, priva di ombre, detta anche diffusa.⁹⁴

Oltre che per la qualità, l'illuminazione si caratterizza anche per la quantità di luce, che viene espressa come livello di illuminamento medio⁹⁵. La quantità di luce, espressa in lux, rappresenta la quantità di luce media disponibile in un ambiente e incide sulla regolazione dell'apparato visivo sia in relazione alla nitidezza dell'immagine percepita, che alla capacità di adattamento degli occhi.

⁹⁴ Le ombre nette determinano il rischio di illusione visiva. Ombre e luce possono annullare un ostacolo o un dislivello, oppure far percepire un dislivello inesistente nella realtà.

⁹⁵ In genere in un ambiente il valore degli illuminamenti non è uguale in tutti i punti ma varia da un minimo ad un massimo. Pertanto per norma il valore di illuminamento a cui ci si riferisce è rappresentato da un valore medio in corrispondenza di un piano orizzontale o verticale posto ad una certa altezza dal pavimento (i genere 0,80 m)

Aldilà della quantità di luce in un ambiente, ruolo importante è giocato anche dalla localizzazione delle fonti luminose. La loro posizione, a parete, a soffitto, frontalmente e/o lateralmente al senso di marcia, influisce sui fenomeni di riflessione della luce sulle superficie e di abbagliamento degli utenti.

Non è poi da sottovalutare l'omogeneità della luce distribuita nell'ambiente, dovuta alla uniformità dell'illuminamento e alla distribuzione della luminanza negli spazi. Infatti, maggiore è la differenza di luminanza tra ambienti contigui o all'interno dello stesso ambiente, maggiore sarà lo sforzo di accomodamento dell'occhio per percepire le caratteristiche del percorso⁹⁶. Infine il colore della luce può rappresentare un fattore di disagio visivo, sia in relazione all'adeguatezza della tonalità visiva, sia in rapporto alla distorsione cromatica che essa genera sugli oggetti osservati, che può rendere problematica la percezione dei dettagli pur in presenza di buone quantità di luce.

Alla luce di tali considerazioni si ritiene opportuno considerare i seguenti fattori e parametri dell'illuminazione come quelli che maggiormente influenzano la scelta delle caratteristiche che percorsi e pavimentazioni devono possedere per soddisfare la qualità del camminare degli utenti.

- *Quantità di luce* (livello di illuminamento medio espresso in lux);
- *Qualità dell'illuminazione* (naturale/artificiale; diretta/ indiretta);
- *Colore della luce* (fredda/calda)
- *Localizzazione della fonte luminosa* (a parete/ a soffitto; frontalmente/lateralmente al senso di marcia);
- *Omogeneità della luce* (uniformità dell'illuminamento e distribuzione delle luminanze).

⁹⁶ Quando nel campo visivo del soggetto rientra una sorgente luminosa con luminanza elevata rispetto al valore medio riscontrato nell'intorno, si verifica una situazione di disturbo in grado di ridurre la prestazione visiva fino ad arrivare ad una perdita temporanea della visibilità (abbagliamento).

Di seguito sono specificate alcune grandezze illuminotecniche e tecnologiche dell'illuminazione.

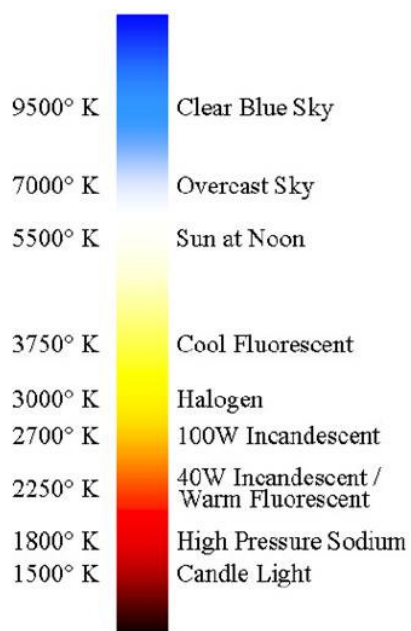


Figura 39 Temperatura e colore della luce

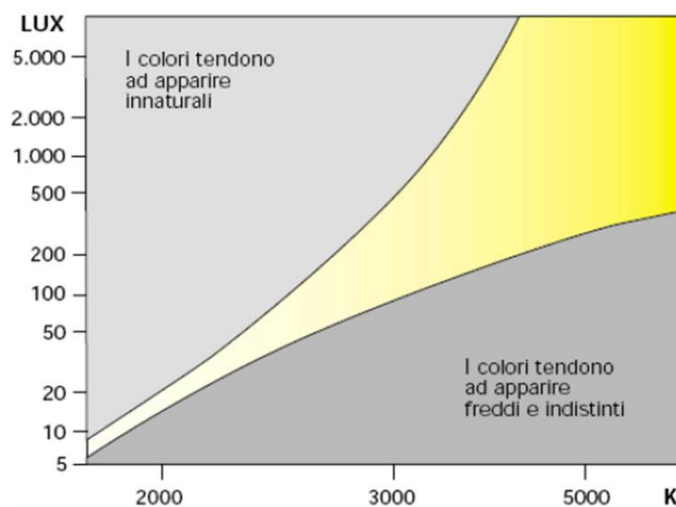


Figura 40 Diagramma di Kruithof

TABELLA DELLE GRANDEZZE DELL'ILLUMINAZIONE

Parametro	Unità di misura	Spiegazione
Flusso luminoso	Lumen (lm)	Rappresenta la quantità di energia luminosa emessa nell'unità di tempo da una sorgente luminosa in una determinata direzione. Serve per calcolare la distribuzione della luce.
Intensità luminosa	Candela (cd)	Rappresenta il flusso luminoso emesso all'interno dell'angolo solido unitario (steradiano) in una direzione data. Esprime la concentrazione di luce in una direzione specifica radiata per secondo.
Illuminamento	E (Lux)	È una grandezza oggettiva indipendente dalla posizione della superficie rispetto all'osservatore, che misura la quantità di flusso luminoso intercettato da una superficie. La sua unità di misura, il lux, rappresenta il flusso luminoso per m ² di una superficie illuminata (1 lx = 1 lm/m ²). Un lux è quindi l'illuminamento prodotto da un flusso di un lumen distribuito in modo uniforme su una superficie di 1 m ² . Il livello di illuminamento esprime la quantità di luce media presente in un ambiente.
Luminanza	L (Cd/m ²)	Rappresenta il rapporto tra intensità luminosa emessa da una superficie in una data direzione e l'area apparente di tale superficie. È una grandezza soggettiva, dipendente dalla posizione dell'osservatore. Corrisponde alla quantità di luce che effettivamente giunge al nostro occhio. In particolare ad intensità costante, se diminuisce la superficie aumenta la luminanza
Temperatura di colore	Tc (K)	esprime il colore di una fonte luminosa paragonandola a quella della luce emessa da un ente nero ad una relativa temperatura assoluta. L'ente nero cambia lo spettro secondo la temperatura, a circa 3000 K la luce è rossastra (lampade incandescenti) ed alle più alte temperature è bluastra. Alla luce naturale le relative temperature di colore sono nell'ordine di 6000-6500 K
Indice di rappresentazione colore	R (%)	Esprime la capacità riproduttiva di luce sul colore degli oggetti illuminati è abbreviato come R ed espresso in percentuale. Per avere una buona riproduzione cromatica, la luce deve avere l'energia su tutte le lunghezze d'onda, come è il caso della luce solare (nella pratica la relativa R è 100%).

Rumore

Per rumore si intende un suono che possiede caratteristiche tali di qualità, intensità, frequenza, e livello da risultare fastidioso ed intollerabile al punto tale da incidere negativamente sul benessere psicofisico dell'individuo. Praticamente il rumore è come un fattore di stress che mette in moto i meccanismi di difesa dell'organismo.

Il suono è una oscillazione di pressione che si propaga in un mezzo elastico (gassoso, liquido o solido) che è in grado di eccitare il senso dell'udito. Poiché il suono è una perturbazione meccanica, esso è caratterizzato da grandezze fisiche quali la frequenza e il livello di pressione sonora. La frequenza si misura in hertz (Hz) ed esprime il numero delle variazioni di pressione al secondo, mentre l'intensità del suono è misurata in decibel (dB). Nell'uomo la percezione del suono avviene attraverso la sollecitazione meccanica che colpisce la membrana timpanica, la quale vibra quando la variazione di pressione prodotta dall'onda sonora la colpisce.

Gli effetti del rumore sull'uomo variano non solo in relazione alle caratteristiche fisiche (frequenza, livello, intensità del rumore, ecc.), ma anche in rapporto ai tempi ed alle modalità di esposizione del soggetto ricevente, nonché alle specifiche risposte del soggetto. Gli effetti extrauditivi, possibili anche per esposizioni inferiori a quelli considerati dannosi per l'udito, si manifestano anche sulla base di una maggiore o minore sensibilità individuale, che determinano una soglia più o meno elevata di tolleranza al rumore o al fatto che esso venga percepito in ambienti pubblici e non privati, di giorno o di notte.

Allo stato attuale, è possibile individuare diversi tipi di effetti del rumore sull'uomo:

Danni di tipo specifico: danno uditivo; danno vestibolare;

Danni di tipo non specifico: azione sul sistema nervoso; azione sul sistema endocrino; azione sulla psiche; azione psicosomatica su organi bersaglio;

Effetti psico-sociali: disturbo soggettivo;

effetti sulle relazioni sociali.

In questa sede non si intende parlare di rischio da esposizione a rumore che può provocare danni uditivi, che sostanzialmente un rumore produce danni tanto più è elevato il numero di decibel sottintendendo che a monte il progetto di architettura tenga conto delle condizioni di benessere acustico da norma.

In questo specifico ambito si vuole parlare di quegli effetti a breve durata ed extrauditivi del rumore che agiscono sul resto del corpo umano, cioè sul sistema nervoso, sulla psiche, sulla

cognizione, con ovvie ripercussioni negative sulle capacità di deambulazione. E che appunto possono definirsi effetti psico-sociali.

Per effetti a breve durata si intendono quelli conseguenti ad una stimolazione di breve durata a carattere generalmente improvviso. Per effetti psico-sociali si intendono quegli effetti che, pur senza espletare un'azione diretta di organi, sistemi o tessuti, determinano tuttavia un'azione di disturbo che può essere limitata all'ambito strettamente soggettivo o riflettersi su relazioni interpersonali e sui rapporti tra l'uomo e la collettività. È necessario, a questo punto, precisare il disturbo viene in genere usata per descrivere i molti svantaggi che l'uomo subisce quando è esposto a un rumore, tuttavia ogni persona ha una opinione sua di rumore e quindi di disturbo, opinione che oltretutto è soggetta a cambiamenti con le situazioni e nel tempo. L'unico modo quindi per poter giungere a una misura di disturbo è quello di basarsi sull'opinione di più persone e fare una media delle loro opinioni.

Al di là degli effetti/danni a carico dell'organo uditivo, infatti, l'esposizione al rumore ha significative ricadute sul piano cognitivo e psicologico poiché provoca fastidio ed irritazione, definibile come annoyance, cioè una generale sensazione di fastidio a quel suono che l'individuo sa o crede che possa agire negativamente su di lui.

L'annoyance determinata dall'esposizione al rumore comporta come conseguenze extra-uditive:

Effetti psicologici e sociali del rumore:

Stress, nervosismo, tensione;

Fatica mentale e cognitiva;

Disturbo e ostacolo della comunicazione;

disturbi dell'attenzione;

Sintomi psicosomatici;

maggiore difficoltà nella comprensione e discernimento delle parole o di altri segnali acustici.

I disturbi dell'attenzione, della concentrazione, della comprensione, disturbi del visus (ad esempio la dilatazione della pupilla) hanno ricadute negative sull'equilibrio, sul tono psicomotorio, e sulla capacità di percepire le caratteristiche dello spazio che circonda l'individuo con conseguente pregiudicazione della deambulazione e con conseguente aumento del rischio di caduta.

Il rumore infatti provoca anche un effetto di mascheramento di quei suoni che potrebbero mettere in guardia gli utenti da eventuali pericoli o di quei suoni che veicolano informazioni

essenziali per l'orientamento ed il wayfinding, con evidente ripercussione sulla sicurezza e sul comfort del camminare.

Fascia	dB(A)	Fonte del suono
Dannosa	140	Motore Jet
	120	Martello pneumatico
	110	Perofratrice da roccia
Critica	100	Interno di auto a 120 Km/h
	90	Veicolo pesante
	80	Traffico intenso
	70	Aspirapolvere
	60	Conversazione normale
Di sicurezza	50	Ufficio tranquillo
	40	Bisbiglio
	30	Ambiente urbano tranquillo
	20	Voce sussurrata
	10	Fruscio di foglie
	0	Soglia di udibilità

Figura 41 Livelli di pressione sonora

Negli ambienti pubblici è facile che si produca un'acustica caratterizzata dalla presenza di brusio di fondo e dalla riverberazione dei suoni. Tali condizioni acustiche, lette dagli utenti come rumore fastidioso, determinano la compromissione della percezione e cognizione dello spazio e delle sue caratteristiche.

il rumore di fondo è uno dei fattori d'inquinamento acustico che potenzialmente può maggiormente verificarsi negli edifici pubblici, frequentati da una quantità numerosa di utenti, indaffarati a svolgere le più svariate attività). A determinarlo sono appunto le fonti di rumore interne ad ogni elemento spaziale dell'edificio, come il brusio determinato dal parlottare delle persone, dai cigolii dei carrelli, dal rumore dei passi, dal funzionamento degli impianti o attrezzature di servizio, ma anche le sorgenti di rumore esterne (il traffico stradale, aeronautico e ferroviario; gli impianti industriali e commerciali, i cantieri stradali, ecc.) o le sorgenti di rumore interne all'edificio provenienti dagli altri elementi spaziali contigui (ambienti adiacenti, corridoi).

Tanto più elevato sarà il livello del rumore di fondo determinato da una o più di queste sorgenti sonore, tanto maggiore sarà l'effetto *annoyance* negli utenti e più difficile sarà per questi il compito di comprendere i segni che lo spazio offre.

Non sono inoltre da sottovalutare i fenomeni di riverberazione dei suoni che, se non adeguati, pure possono generare rumore.. In ogni ambiente chiuso il suono che si ode è il risultato di una combinazione tra onde sonore che raggiungono l'ascoltatore per via diretta e onde sonore

che pervengono per via riflessa, ovvero che si propagano dalla sorgente fino ad incidere sulle varie superfici rigide che delimitano l'ambiente da dove vengono riflesse, spesso più volte, prima di raggiungere l'ascoltatore. La grandezza che descrive questa caratteristica acustica degli ambienti chiusi, spesso erroneamente indicata come "eco", è il tempo di riverberazione (TR), ovvero il tempo durante il quale una certa quantità di energia sonora continua a persistere all'interno di un ambiente chiuso dopo che il segnale sonoro è stato interrotto. Tanto più lungo è questo tempo, tanto maggiore è il contributo del suono riflesso rispetto a quello diretto.

In tale contesto dunque grosso peso assumono le caratteristiche dei percorsi e degli elementi tecnici in essi presenti, in termini di conformazione spaziale, di materiali utilizzati per gli elementi tecnici. La scelta di questi adeguata al contesto può (controsoffittature e/o di rivestimenti murali e da pavimento fonoassorbenti) possono essere in grado di attenuare opportunamente la riflessione delle onde sonore incidenti.

elementi di separazione tra gli elementi spaziali con adeguato potere fono isolante, l'isolamento acustico standardizzato di facciata, la riduzione del livello di rumore di calpestio di solai, la scelta di impianti tecnologici con emissione di rumore controllata.

- *Pressione sonora dovuta a rumori* (presenza di rumori di fondo/esterni espressa in decibel)

Fattori climatici/Agenti atmosferici

Tra i fattori ambientali che incidono sulla percorribilità negli edifici pubblici è d'uopo annoverare i fattori climatici come la pioggia e l'umidità. In termini di presenza di superfici esposte/assenza di superfici esposte a tali agenti atmosferici.

Tenendo conto che l'ambito di applicazione della ricerca è quello di ambienti al chiuso, come sono appunto gli edifici pubblici, può sembrare inopportuno parlare di pioggia ed umidità. Ciò nonostante è necessario osservare che l'acqua piovana può essere presente in molte guise anche all'interno dell'edificio. La pioggia può colpire direttamente il rivestimento quando esposto anche parzialmente all'agente atmosferico, passando attraverso aperture e bucatore delle partizioni verticali o può essere portata all'interno dell'edificio dalle persone, attraverso le suole bagnate, ombrelli che gocciolano, ecc. Analogamente all'interno degli edifici può essere presente umidità sulla pavimentazione in seguito a gocciolamento di condensa depositata al soffitto o alle pareti. Per tali considerazioni è sembrato doveroso considerare tra i vari fattori climatici quelli di pioggia ed umidità, poiché la loro possibile presenza sulla

pavimentazione ha una forte incidenza sulla qualità dell'interazione suola-superficie durante l'attività di deambulazione degli utenti.

Pertanto si ritiene opportuno considerare come fattori e parametri degli agenti atmosferici che maggiormente influenzano la scelta delle caratteristiche che percorsi e pavimentazioni devono possedere per soddisfare la qualità del camminare degli utenti.

- Pioggia e umidità (presenza/assenza di superfici esposte)

3.2 Individuazione dei fattori spaziali e funzionali

In analogia con il paragrafo precedente, saranno individuati ed analizzati quei fattori degli elementi spaziali-funzionali che possono incidere sulle prestazioni di percorribilità dei percorsi e delle pavimentazioni. In particolare saranno selezionati i fattori spaziali e funzionali degli elementi spaziali dell'edificio dei quali è maggiormente evidente la relazione con la qualità del camminare. Nello specifico i fattori che seguono hanno un forte impatto sulle prestazioni di percorribilità, poiché possono modificare le condizioni di qualità del camminare.

Localizzazione dell'elemento spaziale

La localizzazione altimetrica e planimetrica degli elementi spaziali rispetto all'intero organismo edilizio incide sul livello di pulizia delle pavimentazioni e di conseguenza sui livelli di abrasione e di attrito della stessa.

Negli ambienti localizzati in prossimità degli ingressi (atri, hall, androni, ecc.), o con accesso diretto dall'esterno, ad esempio, è più facile che le pavimentazioni siano più soggette a ricoprirsi di sporcizia come polveri, terriccio o comunque sostanze estranee portate dalle suole delle scarpe degli utenti, soprattutto nel caso in cui il percorso esterno sia ricoperto da materiali incoerenti ed abrasivi, che possono rimanere aderenti alle calzature. Diverso discorso vale per agli ambienti dei piani superiori o distanti dall'atrio, dove gli utenti hanno avuto modo di ripulirsi le suole delle scarpe durante il percorso e contaminare meno la pavimentazione.

In particolare nelle giornate di pioggia le pavimentazioni degli ingressi sono sicuramente più soggette, rispetto agli altri elementi spaziali a ricoprirsi di fango, acqua piovana portate dalle suole delle scarpe degli utenti.

Ciò significa che le pavimentazioni dell'edificio sono sottoposte a condizioni di insudiciamento, di usura, abrasione e scivolamento diverse a seconda della localizzazione plano-altimetrica dell'elemento spaziale rispetto all'organismo edilizio.

Pertanto i parametri che definiscono tale fattore sono:

- livello di piano dell'elemento funzionale rispetto all'organismo edilizio (piano terra/piani alti)
- prossimità spazi esterni dell'elemento funzionale rispetto all'organismo edilizio (prossimità agli ingressi, terrazzi, portici, ecc.)

Fattori funzionali

Destinazione funzionale

La destinazione funzionale dell'elemento spaziale incide sulla possibilità di manipolare sostanze che abitualmente o potenzialmente sono utilizzate in esse e che possono contaminare la pavimentazione. Tale possibilità è da considerarsi sia in funzione degli usi *propri* (nei bagni ad esempio è possibile che ci sia acqua sul pavimento in virtù dell'uso *proprio* che si fa del servizio igienico), sia dei possibili usi *impropri* messi in atto dagli utenti e non sempre prevedibili (una lattina di coca lasciata ai piedi di una sedia di una sala d'attesa può rovesciarsi e contaminare la pavimentazione del liquido zuccherino). È necessario considerare quindi che gli elementi spaziali dell'organismo edilizio hanno sì una loro destinazione d'uso principale, ma l'uso che un utente ne fa può essere diverso da quello previsto per essa. Ad esempio la sala d'attesa di un aeroporto ha come funzione propria quella di attendere, tuttavia gli utenti durante l'attesa, se lunga, svolgono attività svariate: leggono, dormono, si ristorano, ecc. L'uso della sala d'attesa per ristorarsi è quindi un possibile uso *improprio* che gli utenti possono mettere in atto. Ciò significa che le pavimentazioni di tali elementi spaziali possono essere soggetti a contaminarsi e macchiarsi di bibite, acqua, cibi, oli, ecc.

La presenza di sostanze estranee contaminanti o macchianti sulle superfici di calpestio altera il livello di attrito durante l'interazione suola-superficie nell'attività di deambulazione e incide anche sulle prestazioni di durabilità superficiale.

Pertanto i parametri che definiscono il fattore destinazione funzionale sono relegati alla probabilità che gli utenti introducano in qualsiasi maniera agenti contaminanti sulle superfici.

Pertanto la classificazione che si propone per le destinazioni funzionali è connessa a :

- elementi spaziali in cui si originano gli agenti contaminanti (presenza di sostanze contaminanti di processo diffusa)

- prossimità di questi con gli elementi spaziali in cui si originano gli agenti contaminanti
 - vicinanza a bar, distributori automatici, ecc.- (probabilità di presenza di sostanza contaminanti macchianti alta o bassa)
- probabilità di introduzione di agenti contaminanti a causa dell'uso improprio (probabilità di presenza di sostanza contaminanti macchianti alta o bassa)⁹⁷.

Frequenza d'uso/carico d'utenza

Gli ambienti pubblici, sono in genere frequentati da una moltitudine numerosa e diversificata di persone che, come già detto nel paragrafo 2.5, camminano secondo modelli di mobilità molto diversi tra loro (con carrelli, sedie a ruote, bastoni, mezzi di trasporto elettrici, ecc.). La frequenza ed il carico di utenza tipici dell'edificio pubblico comportano elevati i carichi di esercizio sull'intera pavimentazione nonché sulla sua superficie determinata dalla presenza di veicoli, di attrezzature pesanti, dal passaggio di persone e mezzi, dalla maggiore presenza di sporco abrasivo e di sostanze chimiche aggressive, nonché una forte incidenza sul rischio di scivolamento, reso più elevato dalla maggiore probabilità di presenza più o meno continua di sostanze estranee (liquide o solide) sul pavimento. Tuttavia non tutti gli elementi spaziali dell'edificio vedono la stessa frequenza o carico d'utenza. In ogni edificio pubblico, infatti, qualsiasi sia il servizio in esso erogato, si passa da livelli di sollecitazione molto bassi, a livelli decisamente più elevati. Si pensi ad esempio alla maggior frequenza e carico d'utenza degli ingressi, dei corridoi e delle scale, che, poiché elementi spaziali di smistamento dei flussi di utenza e in quanto percorsi obbligati per tutti gli utenti che devono raggiungere altri ambienti sono caratterizzati dall'unidirezionalità del traffico, che sollecita prevalentemente la corsia centrale. Secondo la stessa logica, in un ospedale, la frequenza e il carico d'utenza è maggiore nei corridoi che non all'interno delle camere per la degenza. Ciò significa che le condizioni di esercizio e di sollecitazione meccanica e chimica a cui la pavimentazione degli edifici pubblici è esposta cambiano a seconda delle caratteristiche di fruizione dell'edificio stesso.

Pertanto i parametri che definiscono tale fattore possono essere

- Sollecitazioni di carico d'esercizio sull'intera pavimentazione (supporto e rivestimento) (altissimo-alto-medio-basso)
- Sollecitazioni di carico d'esercizio sulla superficie (altissimo-alto-medio-basso)

⁹⁷ I livelli *alta*, *bassa* probabilità di introduzione di agenti contaminanti a causa dell'uso improprio da parte degli utenti sono relativi ai tempi di permanenza degli utenti nell'elemento spaziale, al carico d'utenza e alla dimensione dell'elemento spaziale.

Nella tabella che segue sono specificati i livelli di sollecitazione meccanica d'esercizio sull'intera pavimentazione e sulla sua superficie in alcuni più comuni edifici pubblici⁹⁸.

VALUTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE DELLE PAVIMENTAZIONI IN ALCUNI EDIFICI PUBBLICI

Servizio erogato	Edificio pubblico	Sollecitazioni di carico d'esercizio sull'intera pavimentazione	Sollecitazioni di carico d'esercizio sulla superficie
Trasporto pubblico	Stazioni metropolitane	AA	AA
	Stazioni ferroviarie	AA	AA
	Aeroporti	AA	AA
Commercio	Negozi	M-A	A-AA
	Supermercati	AA	AA
	Centri commerciali	AA	AA
Sanità	Ospedali	M-A	AA
	Case di cura	M-A	AA
	Poliambulatori	M-A	AA
Altro	Banche	M-A	A-AA
	Uffici postali	M-A	A-AA
Cultura	Scuole	M-A	A-AA
	Teatri/cinema	M	A-AA
	Musei/biblioteche	M	A-AA

La classificazione proposta è di tipo qualitativo dove:

AA: livello di sollecitazione Altissimo

A: livello di sollecitazione Alto

M: livello di sollecitazione Medio

B: livello di sollecitazione Basso

⁹⁸ I valori di sollecitazione così come individuati sono stati desunti da Giorgio Timellini e Carlo Polmonari, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Assopiastrelle/CC di Bologna, Castellarano (RE), 2004.

Tale classificazione, seppure, non tiene conto né che all'interno di uno stesso edificio pubblico le sollecitazioni ai carichi a cui la pavimentazione è sottoposta non sono uguali in tutti gli elementi spaziali, né della differenza del carico di utenza tra una stazione ferroviaria di periferia ed una stazione nodale di una grande città, conferma tuttavia quanto già anticipato circa i livelli elevati di sollecitazioni massive e superficiali a cui le pavimentazioni degli edifici pubblici sono sottoposte. Bisogna tuttavia tener conto dei differenti livelli di sollecitazione a cui sono sottoposte le pavimentazioni degli elementi spaziali presenti all'interno di ogni edificio pubblico. In altri termini sembra giusto considerare che vi saranno spazi che obbligatoriamente tutti gli utenti dovranno percorrere per fruire del servizio ed altri che possono essere frequentati facoltativamente. Pertanto nella definizione delle specifiche tecniche della pavimentazione si terrà conto di tale differenza.

Alla luce di tali considerazioni, si evince che i fattori spaziali e funzionali incidenti sulle prestazioni di percorribilità così come precedentemente individuati hanno ricadute soprattutto sulle pavimentazioni, in termini di sollecitazioni meccaniche (pavimenti-superfici) e di contaminazioni/macchie delle superfici di calpestio.

A tale proposito la tabella⁹⁹ che segue mostra come variano le prestazioni di resistenza allo scivolamento in presenza di sostanze contaminanti sulla superficie di calpestio

PRESTAZIONI DI RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO DI SUPERFICI CONTAMINATE

Agente contaminante	Rivestimento vinilico resiliente (25 µm)	Rivestimento superficie levigata (15 µm)	con non	Rivestimento vetrificato liscio (4 µm)
Acqua potabile	B	B		B
Coca cola	B	B		A
Caffè	B	B		A
Sapone	A	M		A
Olio motori	M	A		A

I valori indicati sono di tipo qualitativo dove:

A: Alto rischio di scivolamento

M: Medio rischio di scivolamento

B: Basso rischio di scivolamento

⁹⁹ I dati utili per elaborare la tabella sono stati tratti da P. W. Lemon *Pedestrian safety: a study of real workplace floor surface contamination*, Health & Safety Laboratory, Buxton, 2003.

La tabella che segue definisce i livelli di contaminazione o macchiabilità delle superfici di calpestio in funzione dei fattori spaziali-funzionali dell'elemento spaziale.

TABELLA DELLE SOSTANZE CONTAMINANTI E DEI LIVELLI DI CONTAMINAZIONE IN FUNZIONE DEI FATTORI FUNZIONALI-SPAZIALI

Sostanza contaminante o macchiante	Fattore spaziale/funzionale incidente		Probabilità della presenza di sostanza contaminante o macchiante sulla superficie di calpestio in quantità tali da alterarne le prestazioni	Estensione della presenza di sostanza contaminante o macchiante
Acqua meteorica portata e non	Livello di piano	Piano terra	Alta	Estesa
		Altri piani superiori/inferiori	Bassa	Inesistente -poco estesa
	Localizzazione planimetrica	Prossimità agli ingressi	Alta	Estesa
		Prossimità all'elemento spaziale in cui le sostanze vengono prodotte/utilizzate	Alta	Estesa
	Destinazione funzionale	prossimità agli ambienti di origine degli elementi contaminanti	Alta	Poco estesa-Estesa
		Alta probabilità di introduzione di agenti contaminanti a causa dell'uso improprio	Alta	Estesa-poco estesa
		Bassa probabilità di introduzione di agenti contaminanti a causa dell'uso improprio	bassa	Inesistente-poco estesa
	Carico d'utenza sulla superficie	Basso	Bassa	Inesistente-poco estesa
		Medio	Alta	Estesa
		Alto	Alta	Estesa
Terriccio; fango	Livello di piano	Piano terra	Alta	Estesa
		Altri piani superiori/inferiori	Bassa	Inesistente -poco estesa
	Localizzazione planimetrica	Prossimità agli ingressi	Alta	Estesa
	Carico d'utenza sulla superficie	Basso	Bassa	Inesistente -poco estesa
		Medio	Alta	Estesa
		Alto	Alta	Estesa
Liquidi Oleosi; acidi ; liquidi zuccherati (coca cola, caffè); sostanze solubili	Destinazione funzionale	elementi spaziali di origine degli elementi contaminanti	Alta	Estesa-poco estesa
		prossimità agli ambienti di origine degli elementi contaminanti	Alta	Poco estesa-Estesa
		Alta probabilità di introduzione di agenti contaminanti a causa dell'uso improprio	Alta	Estesa-poco estesa
		Bassa probabilità di introduzione di agenti contaminanti a causa dell'uso improprio	bassa	Inesistente-poco estesa

La classificazione proposta è di tipo qualitativo

CAPITOLO 4

Studio delle componenti tecniche

4.1 Individuazione degli elementi della costruzione che incidono sulla percorribilità

Gli elementi tecnici che incidono sulla classe di requisiti della percorribilità sono quelli appartenenti all'unità tecnologica *partizioni interne*, così come definite dalla norma UNI 8290/1981¹⁰⁰. In particolare i piani di calpestio, siano essi orizzontali o inclinati, e le pareti, poiché rappresentano l'interfaccia tecnica tra l'utente e l'edificio nel suo complesso durante le attività di deambulazione. Ruolo preponderante è giocato dall'elemento tecnico *pavimentazione*¹⁰¹, cioè dalle caratteristiche fisico-meccaniche del supporto e da quelle qualitative e quantitative del rivestimento.

I piani di calpestio sono quelli con cui l'utente viene direttamente e fisicamente a contatto durante l'attività del camminare e rappresentano quindi il supporto fisico principale di cui l'utente si serve durante l'attività del camminare. Ne consegue che le caratteristiche che definiscono i piani di calpestio, nonché i loro rivestimenti condizionano la qualità del camminare, nella misura in cui influenzano direttamente l'articolazione dei passi. Le pareti verticali o i solai di chiusura, pur non creando come i piani di calpestio un vero e proprio

¹⁰⁰ La norma UNI 8290/1981 (parte I) Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia, classifica il sistema tecnologico secondo:

Classe di unità tecnologica	Unità tecnologica	Classe di elementi tecnici
Partizione interna	Partizione interna verticale	Pareti interne verticali
	Partizione interna orizzontale	Solai
	Partizione interna inclinata	Scale interne, Rampe interne
Attrezzatura esterna	Allestimenti esterni	Pavimentazione esterna
Chiusura	Chiusura superiore	Coperture

Inoltre definisce la *partizione interna orizzontale, verticale e inclinata* come l'insieme degli elementi tecnici orizzontali, verticali o con giacitura prossima all'orizzontale aventi funzione di dividere ed articolare gli spazi interni del sistema edilizio stesso o di collegare spazi posti a quote diverse.

¹⁰¹ *Pavimentazione: sottosistema del sistema tecnologico avente funzione principale di consentire o migliorare il transito e la resistenza ai carichi in determinate condizioni d'uso.*

Sono strati funzionali della pavimentazione:

Rivestimento: strato di finitura avente la funzione di conferire alla pavimentazione predeterminate prestazioni meccaniche, chimiche, fisiche, di benessere e sicurezza;

Supporto: insieme integrato degli strati disposti sotto il rivestimento, concorrenti a formare la pavimentazione. Alcuni strati concorrono ad assicurare la funzione principale del sottosistema ancorare il rivestimento, compensare le quote e le pendenze, incorporare le canalizzazioni degli impianti, ecc., altri strati concorrono a conferire qualità migliorative del sottosistema stesso (conferire un determinato grado di isolamento e impermeabilità). Definizione della norma UNI 7998/1979 Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia.

rapporto di interazione fisico-motorio, incidono comunque sull'attività del camminare come supporto percettivo, poiché contribuiscono nella formazione di una rappresentazione cognitiva degli elementi spaziali che l'utente percorre.

Se infatti si accetta l'idea di involucro edilizio come interfaccia tecnica del sistema edilizio, ossia come luogo di scambi fisici e sensoriali tra le prestazioni dell'organismo edilizio e le attività dell'uomo, ne consegue che esso può essere interpretato come sistema percepito, il cui valore contrappone ad un'idea astratta di qualità una dimensione concreta e tangibile legata alla coscienza sensoriale del mondo circostante, attraverso le sue caratteristiche qualitativo-emotive che stimolano i processi percettivi. All'aspetto è dunque affidato il compito di rappresentare l'immagine architettonica ed è attraverso di esso che si formulano i primi giudizi di valore sulla sua qualità: l'edificio è quindi a prima vista ciò che appare, indipendentemente dalle prestazioni che è in grado di offrire¹⁰².

Secondo tale interpretazione dell'involucro edilizio, la ricerca identifica quali elementi tecnici che incidono sulla classe di requisiti della percorribilità di spazi/percorsi:

Pareti verticali interne

a prima vista Si direbbe che pensare che Le pareti verticali sono elementi tecnici che non condizionano la sicurezza e il comfort nell'attività del camminare specie se queste sono paragonate ad altre partizioni interne degli edifici. Probabilmente la mancanza di una diretta interazione fisico-motoria che si instaura con l'utente, tipica dei piani di calpestio in generale e soprattutto delle pavimentazioni, ne è una motivazione.

In realtà le pareti verticali, pur se in forma secondaria e in minima parte, riescono comunque a svolgere questo ruolo di supporto fisico-motorio. Esse, infatti, devono poter essere utilizzate dagli utenti come punti di appoggio durante la normale deambulazione ed ogni qualvolta le condizioni personali (motorie, sensoriali e comportamentali) lo richiedano¹⁰³. Allo stesso tempo le pareti possono sostenere l'utente quando ha già perso l'equilibrio ed evitargli la caduta sul piano di calpestio.

¹⁰² La concezione di involucro come *sistema percepito* deriva dagli esiti della ricerca: *Tecnologie e prodotti per il rifacimento degli intonaci e la manutenzione delle superfici esterne degli edifici nei centri storici*. Contratto di ricerca stipulato tra l'Istituto Mobiliare Italiano, su richiesta del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, ed il Consorzio CORITED in data 26/05/1997.

¹⁰³ Si pensi alle persone che per patologie fisiche o sensoriali sono potenzialmente più a rischio di perdere l'equilibrio e alla possibilità offerta da una parete di sostenerla nella deambulazione.

Tuttavia identificare le pareti verticali tra gli elementi tecnici che incidono sulla percorribilità e quindi sulla qualità del camminare in termini di sicurezza, comfort e comodità si connette alla loro capacità di rappresentare adeguatamente un supporto identificativo e conoscitivo dello spazio/percorso, attraverso un'interazione di tipo fisico-percettiva.

In tale ottica grosso peso assumono parametri di controllo di tali elementi quali, la morfologia, il trattamento superficiale e cromatico, nonché la possibilità di essere attrezzate con supporti protesici, come corrimano e maniglie.

Trattamenti superficiali delle pareti piacevoli e non lesivi accolgono l'utente nell'utilizzarle come sostegni per il suo equilibrio. La caratterizzazione grafica, aptica e sonora delle superfici delle pareti, ottenuta attraverso la scelta di materiali, e di colorazioni del rivestimento o attraverso l'apposizione di immagini coerentemente scelte possono rappresentare input informativi utili per tutti gli utenti dell'edificio ai fini di un incedere più consapevole e sicuro. Anche la scelta della posizione delle aperture e bucatore in esse presenti può condizionare la sicurezza degli utenti nell'attività del camminare. Ad esempio finestre che consentono la vista di scorci panoramiche lungo le pareti che delimitano le scale possono rappresentare una distrazione per la focalizzazione di attenzione che invece egli deve prestare alla stessa.

Infine la scelta morfologica delle pareti, che delimitano spazi/percorsi, può essere parimenti condizionante la percezione di sicurezza o insicurezza degli utenti. Si pensi, ad esempio alla sensazione di instabilità apparente che può fornire una parete non perpendicolare al piano di calpestio.

Scale

Le analisi dei dati statistici relativi agli incidenti dovuti alle cadute, condotte al paragrafo 1.3, hanno dimostrato in che misura anche le scale possono essere causa di infortunio per scivolamento e inciampo¹⁰⁴.

Infatti, soprattutto per i modelli di mobilità caratterizzati da compromissione motoria, le scarse capacità muscolari, la lentezza nei movimenti, la difficoltà di compiere più azioni contemporaneamente come salire, scendere, esplorare e compiere gesti, richiedono un impegno ed una concentrazione durante la deambulazione, che sulle scale è particolarmente amplificata, poiché maggiore deve essere la concentrazione che l'individuo pone sul movimento delle gambe.

¹⁰⁴ I dati Istat dimostrano che il 20% degli incidenti dovuti alle cadute del tipo *scivolato/inciampato* si verificano sulle scale. Dati Istat 2006. Percentuali di cadute e tipi di cadute.

Le scale, dunque, hanno una notevole responsabilità quantitativa e qualitativa negli infortuni per cadute che su di esse possono verificarsi, sia in funzione della loro morfologia e aspetto, ma anche del loro dimensionamento e regolarità. Se il salire e scendere è reso faticoso da errati rapporti tra alzata e pedata, ad esempio, è più facile affaticarsi, se non addirittura incespicare. Allo stesso modo pedate dei gradini che per loro morfologia e dimensione non consentono il pieno appoggio del piede su di esse¹⁰⁵, piani delle pedate a sbalzo rispetto al filo dell'alzata, numeri elevati di gradini per ogni rampa, l'assenza di corrimano, aumentano la possibilità che gli utenti possano cadere o affaticarsi dal punto di vista fisico e psichico. Inoltre, da un punto di vista percettivo, accorgersi attraverso la vista o i sensi residui della presenza della scala sia in salita che in discesa e del ritmo dei gradini risulta indispensabile per evitare che gli utenti possano inavvertitamente imbattersi in essa¹⁰⁶ o percorrerla senza alcuna competenza del suo andamento altimetrico.

Le scale, pertanto devono presentare un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo. Tutti i gradini di cui è composta la rampa di scale, infatti, devono essere chiaramente distinguibili gli uni dagli altri sia visivamente che apticamente. Effetti *tromp l'oeil* dovuti a grafismi come righe o disegni vistosi sul piano della pedata, numeri di gradini sempre diversi per ogni rampa del corpo scala o diversi rapporti tra alzata e pedata lungo ogni rampa possono alterare la percezione della scala da parte degli utenti.

È chiaro dunque come le scale sono elementi tecnici dell'organismo edilizio che hanno una grossa incidenza non solo sulla sicurezza, ma anche sul comfort e la comodità del camminare.

Rampe inclinate

Ai fini di questa ricerca per rampe inclinate si intendono tutti i piani di calpestio inclinati con giacitura complanare e prossima all'orizzontale, cioè discese o salite. Si tratta di elementi tecnici che, come le scale, hanno la funzione di collegare spazi posti a quote diverse, ma diversamente da queste, la loro presenza è indispensabile per favorire il superamento dei dislivelli a tutti quegli

¹⁰⁵ Ad esempio i gradini angolari. Sono da preferire i gradini con piano della pedata rettangolare.

¹⁰⁶ È necessario che il progetto di architettura delle scale sia in grado di richiamare l'attenzione degli utenti sulla loro presenza, considerando i diversi comportamenti e le diverse condizioni fisico-motorie, sensoriali degli utenti che camminano negli edifici pubblici. La distrazione, la mancanza di capacità visiva, ad esempio, potrebbero comportare che l'utente si accorga della presenza di una scala in discesa o in salita non adeguatamente segnalata solo quando ormai non è più in grado di controllare i movimenti.

utenti che per caratteristiche fisico motorie, sensoriali o comportamentali¹⁰⁷ non possono o non preferiscono utilizzare le scale.

Al pari delle scale, anche le rampe influenzano la percorribilità di spazi/percorsi in termini di incidenza sulla sicurezza, comodità e comfort del camminare degli individui.

L'analisi condotta sulla fisica delle forze¹⁰⁸, in occasione dello studio del fenomeno della deambulazione, ha dimostrato che la forza orizzontale (F_o) che spinge il piede in avanti è funzione dell'angolo (α e β) che la gamba forma con il piano su cui deambula. Più la gamba è inclinata rispetto al piano della superficie di calpestio più è facile che vi scivoli. Tali stime, di natura scientifica, inducono a considerare che la morfologia delle rampe, nel senso del loro andamento planimetrico, è il principale elemento di controllo per ridurre i rischi di cadute per scivolamento ed inciampo su di esse e moderare le condizioni di affaticamento fisiche e psichiche degli utenti che le percorrono. In tal senso le pendenze delle rampe devono essere contenuti ed il loro valore definito in rapporto alle diverse capacità degli utenti di superarle in valori in maniera da consentire un comodo, sicuro ed autonomo incedere degli utenti.

Non bisogna inoltre trascurare altri parametri delle rampe, quali appunto le dimensioni, in termini di larghezze e lunghezze, nonché la loro attrezzabilità con corrimano o qualsiasi sostegno protesico che favoriscono l'appoggio degli utenti. Rampe con lunghezze eccessive contribuiscono all'affaticamento in chi le percorre. In particolare lunghe rampe in discesa oltre ad essere fisicamente e psichicamente faticose hanno lo svantaggio che in caso di caduta non consentono l'arresto del corpo che cade se non al suo termine. Interporre ripiani orizzontali di riposo in rampe particolarmente lunghe può contribuire, quindi, a risolvere tali conseguenze.

¹⁰⁷ Si pensi, ad esempio, ai modelli *mobilità con sedia a ruote, con paura di cadere, con passo alterato*.

¹⁰⁸ Si veda a tale proposito la figura 15 al paragrafo 1.5.

Piani di calpestio orizzontali

Per piani di calpestio orizzontali si intendono, appunto, le superfici aventi andamento altimetrico orizzontale e che rappresentano, in effetti, la più usuale giacitura dei percorsi degli ambienti costruiti antropizzati.

Pur se diversamente dalle scale e dalle rampe dove l'articolarsi del ritmo dei gradini e le pendenze costituiscono, anche in maniera evidente, una maggiore difficoltà per il mantenimento dell'equilibrio durante la deambulazione, anche le superfici di calpestio orizzontali possono, se non adeguate alle diverse capacità di deambulazione degli utenti, incidere sulla loro qualità del camminare.

Da un punto di vista psicologico camminare in piano restituisce un grosso senso di sicurezza agli utenti, tale condizione però potrebbe indurli a sottovalutare la possibilità che anche sul piano orizzontale possono presentarsi elementi fonti di pericolo e di infortunio. Le minime variazioni di livello presenti sui piani orizzontali ne sono un esempio. Se, infatti, si considerano le diverse caratteristiche fisico-motorio e percettivo-visivo¹⁰⁹ degli utenti mentre camminano, ogni minima variazione altimetrica può comportare alterazioni e compromissioni nella deambulazione. La presenza improvvisa, sul piano di calpestio orizzontale, di un gradino isolato o di un dislivello minimo¹¹⁰ può essere causa di inciampo su di essa.

Inoltre, per quanto camminare in piano è sicuramente più confortevole e comodo che percorrere salite, discese o scale, piani di calpestio orizzontali molto lunghi contribuiscono parimenti ad affaticare gli utenti. Così come larghezze non adeguate ai diversi ingombri degli utenti¹¹¹ rendono scomodo se non addirittura ostacolano un sicuro e confortevole incedere.

Pavimentazione

La pavimentazione, quale finitura/allestimento delle partizioni interne orizzontali o inclinate, ha *la funzione principale di consentire o migliorare il transito e la resistenza ai carichi in determinate condizioni d'uso* dei piani di calpestio orizzontali e inclinati, così come definisce la norma UNI 8290/1981. In particolare il suo rivestimento, quale strato di finitura *avente la funzione di conferire alla pavimentazione predeterminate prestazioni meccaniche, chimiche, fisiche, di benessere e sicurezza* è lo strato della pavimentazione che rappresenta l'interfaccia

¹⁰⁹ Si pensi alle persone distratte, a chi cammina strascicando il piede, ai ciechi, ecc.

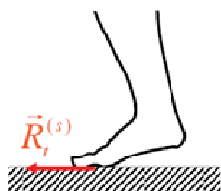
¹¹⁰ Come quello dovuto a grigliati, guide e zerbini non incassati.

¹¹¹ Si pensi a chi cammina sulla sedia a ruote, a chi è obeso, a chi si sposta portando buste, valigie o pacchi.

diretta e principale dell'interazione fisico-motoria e fisico-percettiva ed, in termini quantitativi, la maggiore responsabile delle cadute per scivolamento e inciampo sulla superficie di calpestio. Considerato il ruolo di protagonista che riveste la pavimentazione nella determinazione della percorribilità e della qualità del camminare la ricerca intende dedicare a tale elemento tecnico un intero paragrafo. Pertanto si rimanda la trattazione della pavimentazione al paragrafo successivo.

4.2 Il ruolo delle pavimentazioni nella percorribilità: il rivestimento come interfaccia tecnica

La pavimentazione, costituita dagli strati funzionali di supporto e rivestimento, è considerata, dalla normativa e dalla letteratura tecnico-edilizia l'elemento tecnico che maggiormente incide sul rischio caduta per scivolamento e inciampo sulla superficie di calpestio¹¹². In effetti, soprattutto la superficie del rivestimento della pavimentazione è l'elemento con cui i piedi vengono direttamente e fisicamente a contatto durante l'articolazione dei passi attraverso un'interazione di tipo suola-superficie.



Durante la deambulazione, e in particolare nella fase di stance, il peso del corpo, attraverso la pianta dei piedi o superfici ridotte (bastoni o tacchi), viene scaricato sulla pavimentazione, la quale deve essere in grado, attraverso le caratteristiche fisiche e meccaniche del suo supporto e del suo rivestimento, di restituire all'utente sensazioni di stabilità ed equilibrio, nonché resistere allo scivolamento della suola di essa.

¹¹² Si tratta di una convinzione accreditata scientificamente dalle scienze della biomeccanica e della cinematica, le quali individuano nella capacità di mantenimento dell'equilibrio e stabilità del corpo durante le continue variazioni posturali una delle maggiori difficoltà della deambulazione. Le cause di tale difficoltà vengono in tali ambiti ricondotte oltre che alle alterazioni delle caratteristiche motorie, sensoriali, comportamentali di ogni individuo anche nelle caratteristiche della superficie con cui i piedi vengono a contatto durante l'articolazione dei passi.

La fisica delle forze, inoltre, dimostra che lo scivolamento del piede sulla superficie è impedito se la forza orizzontale che spinge il piede in avanti è superiore o uguale alla forza di attrito radente esercitata dalla superficie. Analogamente forze di attrito troppo elevate rispetto alle forze orizzontali che spingono il piede in avanti possono determinare incespicamento. Tali teorizzazioni hanno determinato il convincimento in ambito tecnico-edilizio che le cause delle cadute sullo stesso livello per scivolamento o inciampo siano dovute esclusivamente alle caratteristiche tecniche delle pavimentazioni ed in particolare ad un non adeguato coefficiente di attrito radente della superficie del rivestimento.

La consuetudine di attribuire al valore del coefficiente d'attrito radente la totale responsabilità delle cadute che avvengono o possono avvenire sulle pavimentazioni non è del tutto esaustiva nell'ottica della percorribilità nel suo complesso, né ai fini del soddisfacimento del solo requisito di sicurezza. Superfici del rivestimento con coefficienti d'attrito adeguati al contesto d'uso ma sconnesse, spaccate, usurate, avvallate possono altresì determinare il rischio di caduta su di essa. Analogamente trattamenti superficiali a rilievo, dimensioni elevate delle fughe, mancanza di planarità tra i singoli elementi costituenti il rivestimento, la difficoltà posta dal tipo di superficie nella rimozione di macchie e sporco presenti su di essa possono essere la causa di episodi di inciampo sulla pavimentazione, oltre che possono ridurre il comfort e la comodità del cammino in determinati modelli di mobilità.

Inoltre è necessario considerare che l'appoggio del piede sulla superficie deve essere reso stabile non solo dall'attrito esercitato dalla superficie sulla suola (che gli consente di non scivolare quando la suola poggia sulla superficie), ma anche dalla compattezza, robustezza e solidità dell'intera pavimentazione. Rivestimenti non perfettamente aderenti al supporto (mattonelle che traballano), rivestimenti deformabili o cedevoli condizionano negativamente la capacità degli utenti di conservare l'equilibrio durante la deambulazione. Tali considerazioni inducono ad affermare che la sicurezza al rischio di caduta per scivolamento ed inciampo sulla pavimentazione è subordinato al rispetto, non solo del requisito di resistenza allo scivolamento del rivestimento, ma di tutte le caratteristiche di resistenza, integrità, pulibilità, ecc., che per norma una pavimentazione deve possedere.

Tuttavia, l'interazione fisico-motoria che l'utente instaura con la pavimentazione durante l'attività del camminare non è l'unico rapporto di contatto fisico utente-pavimento. L'analisi dei modelli di mobilità e lo studio dei diversi fattori personali che caratterizzano la deambulazione ha evidenziato come le persone quando camminano associano all'articolazione biomeccanica e cinematica dei passi anche l'esplorazione sensoriale degli spazi che percorrono e dei suoi elementi tecnici, tra cui appunto la pavimentazione, attraverso la vista, il senso tattile, l'olfatto e l'udito. In altri termini gli individui quando camminano non solo *pestano* con la pianta della scarpa il pavimento, ma lo *sentono* e lo guardano al fine di comprendere attraverso anche la percezione tattile e visiva una completezza delle informazioni circa le sue caratteristiche tecniche, ambientali e funzionali-spaziali. È in tal senso che gli utenti stabiliscono con la pavimentazione, e in questo rapporto in particolare con la superficie del rivestimento,

un'interazione di tipo fisico-percettiva, utile come supporto conoscitivo dell'ambiente e delle sue caratteristiche.

Si tratta di un tipo di interazione messo in atto da tutti gli utenti ma particolarmente utile e necessario a coloro che presentano una riduzione più o meno grave o l'assenza della funzionalità visiva e a coloro che non hanno conoscenza dei luoghi in cui camminano¹¹³.

La possibilità che il rivestimento della pavimentazione possa instaurare con l'utente questo rapporto di *comunicazione ambientale e funzionale-spaziale* può avvenire attraverso i trattamenti superficiali, percepibili sia mediante il residuo visivo (per gli ipovedenti), sia gli altri sensi residui (per i non vedenti), ed ha lo scopo di definire un linguaggio codificabile.

La scelta di accostare materiali diversi o materiali uguali, ma con diverso trattamento superficiale o ancora materiali diversi e con diverso trattamento superficiale può rappresentare una modalità operativa per identificare la pavimentazione come supporto percettivo all'utente durante le attività di deambulazione. Si tratta infatti di soluzioni progettuali che forniscono input informativi sulle caratteristiche dei percorsi percepibili dai diversi sensi. Un rivestimento di materiale e colore uniforme in tutto l'edificio o in ogni singolo elemento spaziale è sicuramente meno comunicativo di un rivestimento che attraverso colore e texture diverse inviti naturalmente l'utente a seguire una determinata traiettoria o comunichi all'utente attraverso questo tipo di codificazione del linguaggio la diversa destinazione d'uso degli spazi.

Risulta evidente, dunque, il ruolo di protagonista assunto dalla pavimentazione nel controllo della percorribilità negli edifici pubblici. Ciò nonostante si è potuto constatare che, secondo una lettura sistemica dell'organismo edilizio, non è possibile demandare alla sola pavimentazione il compito di risolvere il problema della qualità del camminare ed in particolare del rischio di caduta per scivolamento ed inciampo su di essa. Infatti le componenti e i fattori che incidono sulla percezione di qualità del camminare degli utenti sono quantitativamente e qualitativamente tali da non poter essere trascurate in un'ottica integrata del problema del controllo della percorribilità.

¹¹³ Per questi tipi di utenti la pavimentazione rappresenta l'elemento tecnico fondamentale ai fini dell'accessibilità e della sicurezza nella fruizione del costruito.

4.3 L'attuale quadro tecnico-normativo relativo ai rivestimenti per le pavimentazioni

L'analisi del panorama normativo tecnico italiano ed internazionale, riguardo alle caratteristiche che percorsi e rivestimenti delle pavimentazioni devono possedere per garantire la qualità del camminare degli utenti negli edifici pubblici ha consentito di evidenziare alcuni punti critici. In ambito normativo, infatti, viene affrontato esclusivamente il discorso della sicurezza delle pavimentazioni, inteso come rischio di caduta per scivolamento sulle pavimentazioni. Da questo punto di vista la soddisfazione nel camminare è affidata in termini tecnico-normativi solo alla sicurezza, trascurando del tutto il comfort e la comodità del camminare. Inoltre sempre secondo la norma tecnica la sicurezza alle cadute per scivolamento e inciampo è affidata esclusivamente alle pavimentazioni, trascurando di fatto che si può cadere anche se le condizioni visive offerte dall'ambiente non sono adeguate all'esigenze dell'utente (mancanza di qualità visiva) o anche se i percorsi non offrono traiettorie o dimensionamenti adeguati alle caratteristiche dei utenti. Dunque la norma non tiene conto della dimensione sistemica dell'organismo edilizio, né dell'interazione uomo-edificio.

Oggi, infatti, le norme consentono di classificare le caratteristiche tecniche delle pavimentazioni rispetto ai soli fattori oggettivi, trascurando, invece, il rispetto di quelli soggettivi, cioè legati all'individuo, che sono necessari per poter definire una pavimentazione di qualità rispetto all'uso differenziato che ogni utente ne fa.

L'analisi delle norme tecniche relative ai rivestimenti per le pavimentazioni e alle pavimentazioni in generale ha messo in evidenza la mancanza di univocità nelle definizioni e nella determinazione dei requisiti tecnici delle stesse. In particolare, si è potuto rilevare come l'aspetto della comodità e del comfort del camminare vengano totalmente trascurati, mentre la questione della sicurezza, intesa come rischio di incidenti dovuti a cadute per scivolamento o inciampo sui pavimenti, nonostante sia diventata un requisito cogente delle pavimentazioni¹¹⁴, viene risolto con il solo rispetto del coefficiente di attrito radente. Viene dunque trascurato che spesso la caduta sul pavimento è causata oltre che dal livello di scivolosità della stessa anche da

¹¹⁴ Ciò è dimostrato dall'entrata in vigore, in alcuni paesi, di norme specifiche. In Italia, ad esempio, il DPR del 24 Luglio 1996, n. 503, *Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici*, così come il DM del 14 Giugno 1989, nr. 236, *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*, impongono l'uso di pavimentazioni antisdrucchiolevoli, il cui coefficiente di attrito, deve essere misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.)

altri requisiti della pavimentazione, come ad esempio il suo trattamento superficiale riflettente e abbagliante, una resistenza all'abrasione non adeguata ai carichi d'utenza. Inoltre non viene considerata l'incidenza sulla pavimentazione dei fattori ambientali e funzionali spaziali. Si pensi ad esempio esposizione alla formazione di sostanze esterne sulla pavimentazione (sporco, acqua, liquidi, brecciolino, ecc), il rapporto tra il tipo/quantità di illuminazione dell'ambiente/percorso e il tipo di rivestimento.

Non trascurabile, infine, è la generale confusione e disomogeneità normativa italiana ed internazionale circa la definizione di un elenco dei requisiti che le pavimentazioni devono possedere a prescindere dal materiale utilizzato per realizzarle. Infatti, tutte le norme consultate riguardanti la definizione dei requisiti e delle specifiche tecniche delle pavimentazioni sono relative al materiale di cui la pavimentazione è fatta. Esistono, pertanto, norme che definiscono i requisiti per le pavimentazioni ceramiche, altre per le pavimentazioni viniliche, altre ancora per quelle in pietra o in legno, ecc. Tale quadro genera una grande confusione e senso di inappropriattezza in chi deve decidere quale pavimentazione mettere in opera, poiché induce committenti e progettisti, generalmente, a scegliere prima il tipo di materiale costituente la pavimentazione, sulla scorta di decisioni dettate dal solo aspetto estetico e/o economico, per poi verificare quali sono i requisiti di questa.

Si è inoltre constatato che nell'attuale panorama normativo italiano l'unica norma che definisce i requisiti tecnici di una pavimentazione, a prescindere dal materiale con cui il rivestimento è realizzato, risale al 1979 ed è la norma UNI 7999/1979¹¹⁵.

Nello specifico la norma elenca i seguenti requisiti:

*La norma si pone l'obiettivo, non sempre soddisfatto, di fornire un'analisi dei requisiti delle pavimentazioni [...] in relazione alle condizioni d'uso*¹¹⁶. In effetti, secondo l'articolazione della norma, i requisiti rappresentano le funzioni richieste alle pavimentazioni e sono espressi attraverso *l'azione esercitata sulla pavimentazione e l'effetto riscontrato da tale azione sulla pavimentazione* e in taluni casi *sull'ambiente o sull'utente*.

¹¹⁵ UNI 7999/1979. Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti. La norma in questione ad oggi non è stata mai modificata o aggiornata e rappresenta ancora l'unico riferimento normativo per l'individuazione dei requisiti che una pavimentazione deve possedere a prescindere dal materiale con cui è realizzato il suo rivestimento.

¹¹⁶ Cfr. norma UNI 7999/1979. Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti

SCHEMA ESEMPLIFICATIVO DELLA STRUTTURA DELLA NORMA

Requisito	Funzione	Azione esercitata sulla pavimentazione	Effetto riscontrabile sulla pavimentazione	Effetto producibile sull'ambiente e/o sull'utente
Requisiti derivanti da fattori meccanici statici	Funzione rispetto ai carichi statici	Carichi distribuiti; carichi concentrati	Impronte, deformazioni, lacerazioni	Scivolamento (effetto sull'utente)

In linea di principio la norma, anche se alquanto contorta nella lettura, perché non elenca specificatamente i requisiti che una pavimentazione deve possedere ed anche incompleta perché non sempre contempla tutti i fattori realmente incidenti sui requisiti di una pavimentazione, tenta comunque di proporre un accenno all'uso delle pavimentazioni da parte dell'utente.

Oggi nel panorama normativo italiano, ma anche europeo, non esistono norme prestazionali relative ai requisiti delle pavimentazioni se non riferite al materiale impiegato per realizzarle, ponendo così limiti in una scelta consapevole da parte di progettisti e committenti, i quali, ignorando quali siano i requisiti che deve possedere una pavimentazione per essere adeguata alle diverse capacità di deambulazione degli utenti, nonché al luogo (elemento spaziale) in cui deve essere messa in opera sceglierà una pavimentazione ceramica, piuttosto che vinilica, di un determinato colore, con una determinata texture solamente in funzione di motivi estetici o su consiglio del venditore.

Tutto ciò pone l'esigenza di un riassetto normativo, maggiormente omogeneo e comprensivo della vastità del fenomeno del rischio caduta per scivolamento e inciampo sulla pavimentazione. Concludendo è possibile riassumere quali sono i punti reputati critici delle'attuale quadro normativo relativamente al problema del rischio di caduta per scivolamento e inciampo della pavimentazione:

- il problema del rischio di caduta per scivolamento e inciampo sulla pavimentazione è demandato, dalle norme, esclusivamente all'elemento tecnico pavimentazione e in particolare al suo coefficiente di attrito radente. Ciò significa che l'apparato normativo trascura la complessità che governa la sicurezza del camminare e di conseguenza il ruolo, anch'esso fondamentale, giocato dalle componenti ambientali, funzionali-spaziali ed umane comportamentali;
- le norme relative alle caratteristiche tecniche delle pavimentazioni sono prescrittive e non prestazionali, perché legate al materiale o alla tecnologia con cui queste sono realizzate;

- unica norma esigenziale/prestazionale che definisce i requisiti di una pavimentazione, a prescindere dal materiale con cui è realizzata è parecchio datata e mai stata aggiornata (risale al 1979). Inoltre la terminologia usata per definire requisiti, specifiche e specifiche in tale norma non è adeguata all'attuale terminologia definita dalla UNI 10838/1999. Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.

CAPITOLO 5

Integrazione delle diverse componenti per l'identificazione dei requisiti di percorsi e pavimentazioni

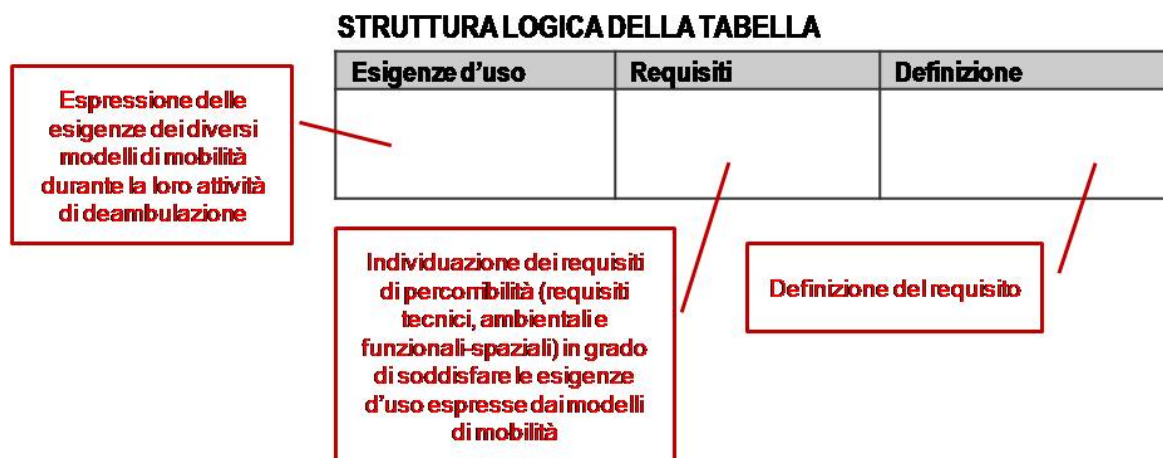
5.1 Modelli di mobilità, esigenze d'uso, requisiti di percorsi e pavimentazioni

Il seguente paragrafo è volto all'identificazione dei requisiti di percorribilità dei percorsi/ambienti e degli elementi tecnici che influenzano la qualità del camminare, con particolare attenzione alle pavimentazioni.

L'individuazione dei requisiti sarà svolta attraverso delle schede di relazione, in grado di dedurre i requisiti e le specificazioni di percorribilità in rapporto alle diverse esigenze d'uso dei modelli di mobilità precedentemente dedotte.

Sarà quindi fornito un abaco di requisiti tecnici, ambientali e spaziali-funzionali¹¹⁷ dei percorsi/ambienti e degli elementi tecnici in essi presenti, con le relative specificazioni.

La scheda sarà così articolata:



¹¹⁷ *Requisito ambientale: traduzione di un'esigenza in fattori fisico-ambientali e in richieste di servizi tecnologici, atti ad individuarne le condizioni di soddisfacimento da parte di un'unità ambientale.*

Requisito funzionale-spaziale: traduzione di un'esigenza in fattori geometrico-dimensionali e di organizzazione degli spazi, atti ad individuarne le condizioni di soddisfacimento da parte di un elemento spaziale.

Requisito tecnico: traduzione di un requisito tecnologico nelle caratteristiche intrinseche (chimiche, fisiche, meccaniche, ecc.) che devono connotare le parti componenti di un elemento tecnico per il soddisfacimento del requisito stesso.

Cfr. norma UNI 10838/1999. Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.

TABELLA DI RELAZIONE TRA LE ESIGENZE D'USO DESUNTE DALL'ANALISI DEI MODELLI DI MOBILITÀ E I REQUISITI DI PERCORRIBILITÀ¹¹⁸

Esigenza d'uso	Requisito	Definizione
Necessità di poter camminare trascinando, sulla superficie di calpestio, il piede/i piedi che presenta differente capacità di articolazione	Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione	Mantenimento di un'adeguata conservazione durante la vita di esercizio della pavimentazione delle sue caratteristiche fisico-materiche. L'integrità fisico-materica attiene alle caratteristiche di ancoraggio degli elementi del rivestimento sul supporto, alla mancanza sul rivestimento di crepe, buchi, distacchi, crolli, scheggiature, avvallamenti ecc., nonché alla conservazione del suo colore.
	Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	Capacità dei piani di calpestio di garantire morfologie e andamenti altimetrici dimensionati rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti, nonché lo smaltimento delle acque. L'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio attiene alle loro caratteristiche altimetriche, quali ad esempio le pendenze di rampe inclinate, scale e piani di calpestio orizzontali, alla morfologia di pedale ed alzate dei gradini e alla possibilità di superamento di dislivelli presenti sulla pavimentazione.
	Planarità della pavimentazione	Attitudine degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione di giacere sullo stesso piano. La planarità della pavimentazione attiene alla qualità di messa in opera del rivestimento (assenza di dislivelli minimi tra gli elementi costituenti il rivestimento), alla qualità dell'integrazione con le parti riparate e alla qualità dell'integrazione con grigliati, zerbini, percorsi guida, ecc., eventualmente presenti sulla superficie
	Continuità della texture della pavimentazione	Attitudine del rivestimento della pavimentazione e dei suoi singoli elementi a non presentare considerevoli alteranze di pieni/vuoti sulla superficie. La continuità della texture della pavimentazione attiene allo spessore e alla profondità delle fughe tra gli elementi costituenti il rivestimento, al trattamento morfologico della superficie dei singoli elementi del rivestimento (rilievi, zigrinate, ecc.) e alla qualità dell'integrazione con le parti riparate (continuità fisico-materica tra gli elementi riparati e quelli in essere)
	Resistenza allo scivolamento della pavimentazione	Capacità della superficie del rivestimento di resistere allo scorrimento di uno strato di cuoio, ancorato ad un corpo di massa definita, sulla superficie del rivestimento posta orizzontalmente. La resistenza allo scivolamento della pavimentazione attiene alle caratteristiche superficiali del suo rivestimento di resistere o facilitare lo scorrimento di corpi in movimento su di esso. Tale qualità è condizionata principalmente dal controllo dell'attrito radente e dal livello di porosità del trattamento superficiale del rivestimento
	Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione	Idoneità della superficie della pavimentazione di resistere efficacemente al prodursi di graffi, scalfitture o qualsiasi altra forma di deterioramento dello strato superficiale ad opera di corpi duri che si muovono su di essa, al fine di conservare inalterate nel corso della sua vita di esercizio le qualità di resistenza allo scivolamento e di aspetto prestabilito. La resistenza meccanica superficiale attiene alle caratteristiche di durezza e resistenza all'abrasione
	Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione	Idoneità dell'intera pavimentazione a contrastare le alterazioni delle sue caratteristiche prestazionali fisiche ed estetiche e gli effetti di macchiatura irreversibile dovute all'azione di sostanze chimiche, fisiche, biologiche, ecc., che potenzialmente possono cadere su di essa. La resistenza agli agenti chimici e alle macchie della pavimentazione attiene alla capacità del suo rivestimento, nonché delle sue fughe, di non subire dissoluzioni, disgregazioni e mutamenti delle prestazioni fisiche ed estetiche desiderate per il rivestimento stesso a causa dell'irreversibilità delle macchie o a causa di sostanze aggressive che vengono a contatto con essa
Necessità di poter far scivolare le ruote di ausili e strumenti (sedia a rotelle, passeggini, trolley, ecc.) sulla superficie di calpestio	Resistenza all'impronta della pavimentazione	Idoneità della pavimentazione a contrastare efficacemente il prodursi di deformazioni residue del rivestimento a seguito di compressione localizzata e mantenuta per un tempo determinato mediante un carico concentrato. La resistenza all'impronta attiene alla capacità della pavimentazione di non risultare cedevole o essere penetrata/affondata sotto l'azione di spinte o carichi concentrati, di non deformarsi plasticamente, di non presentare discontinuità costituzionale e mancanza di compattezza
	Planarità della pavimentazione	Attitudine degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione di giacere sullo stesso piano. La planarità della pavimentazione attiene alla qualità di messa in opera del rivestimento (assenza di dislivelli minimi tra gli elementi costituenti il rivestimento), alla qualità dell'integrazione con le parti riparate e alla qualità dell'integrazione con grigliati, zerbini, percorsi guida, ecc., eventualmente presenti sulla superficie
	Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione	Mantenimento di un'adeguata conservazione durante la vita di esercizio della pavimentazione delle sue caratteristiche fisico-materiche. L'integrità fisico-materica attiene alle caratteristiche di ancoraggio degli elementi del rivestimento sul supporto, alla mancanza sul rivestimento di crepe, buchi, distacchi, crolli, scheggiature, avvallamenti ecc., nonché alla conservazione del suo colore
	Adeguatezza dimensionale dei percorsi	Capacità dei percorsi/ambienti di garantire traiettorie sufficientemente dimensionate rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti. L'adeguatezza dimensionale dei percorsi attiene alla loro larghezza e lunghezza
	Resistenza all'impronta della pavimentazione	Idoneità della pavimentazione a contrastare efficacemente il prodursi di deformazioni residue del rivestimento a seguito di compressione localizzata e mantenuta per un tempo determinato mediante un carico concentrato. La resistenza all'impronta attiene alla capacità della pavimentazione di non risultare cedevole o essere penetrata/affondata sotto l'azione di spinte o carichi concentrati, di non deformarsi plasticamente, di non presentare discontinuità costituzionale e mancanza di compattezza
	Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione	Idoneità della pavimentazione a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione delle sollecitazioni dinamiche (flussi di pedoni) e statiche (arredi, attrezzature). La resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici attiene alla capacità della pavimentazione di non crollare, deformarsi, flettersi, spaccarsi quando è sottoposta ai carichi di esercizio ed è relativo alle caratteristiche strutturali dei materiali costituenti, allo spessore e alle dimensioni dei singoli elementi del rivestimento, nonché alle caratteristiche strutturali del supporto
Necessità di poter far scivolare le ruote di ausili e strumenti (sedia a rotelle, passeggini, trolley, ecc.) sulla superficie di calpestio	Continuità della texture della pavimentazione	Attitudine del rivestimento della pavimentazione e dei suoi singoli elementi a non presentare considerevoli alteranze di pieni/vuoti sulla superficie. La continuità della texture della pavimentazione attiene allo spessore e alla profondità delle fughe tra gli elementi costituenti il rivestimento, al trattamento morfologico della superficie dei singoli elementi del rivestimento (rilievi, zigrinate, ecc.) e alla qualità dell'integrazione con le parti riparate (continuità fisico-materica tra gli elementi riparati e quelli in essere)
	Planarità della pavimentazione	Attitudine degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione di giacere sullo stesso piano. La planarità della pavimentazione attiene alla qualità di messa in opera del rivestimento (assenza di dislivelli minimi tra gli elementi costituenti il rivestimento), alla qualità dell'integrazione con le parti riparate e alla qualità dell'integrazione con grigliati, zerbini, percorsi guida, ecc., eventualmente presenti sulla superficie

¹¹⁸ Eventuali altri requisiti non specificati in tale sede, ma cogenti, vanno comunque osservati. Si pensi, ad esempio, ai requisiti di comfort visivo, termico e acustico da rispettare negli ambienti chiusi per assicurare il benessere degli utenti.

Esigenza d'uso	Requisito	Definizione
	Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione	Mantenimento di un'adeguata conservazione durante la vita di esercizio della pavimentazione delle sue caratteristiche fisico-materiche. L'integrità fisico-materica attiene alle caratteristiche di ancoraggio degli elementi del rivestimento sul supporto, alla mancanza sul rivestimento di crepe, buchi, distacchi, crolli, scheggiature, avvallamenti ecc., nonché alla conservazione del suo colore
	Resistenza all'impronta della pavimentazione	Idoneità della pavimentazione a contrastare efficacemente il prodursi di deformazioni residue del rivestimento a seguito di compressione localizzata e mantenuta per un tempo determinato mediante un carico concentrato. La resistenza all'impronta attiene alla capacità della pavimentazione di non risultare cedevole o essere penetrata/affondata sotto l'azione di spinte o carichi concentrati, di non deformarsi plasticamente, di non presentare discontinuità costituzionale e mancanza di compattezza
	Resistenza allo scivolamento della pavimentazione	Capacità della superficie del rivestimento di resistere allo scorrimento di uno strato di cuoio, ancorato ad un corpo di massa definita, sulla superficie del rivestimento posta orizzontalmente. La resistenza allo scivolamento della pavimentazione attiene alle caratteristiche superficiali del suo rivestimento di resistere o facilitare lo scorrimento di corpi in movimento su di esso. Tale qualità è condizionata principalmente dal controllo dell'attrito radente e dal livello di porosità del trattamento superficiale del rivestimento
	Continuità della texture della pavimentazione	Attitudine del rivestimento della pavimentazione e dei suoi singoli elementi a non presentare considerevoli alternanze di pieni/vuoti sulla superficie. La continuità della texture della pavimentazione attiene allo spessore e alla profondità delle fughe tra gli elementi costituenti il rivestimento, al trattamento morfologico della superficie dei singoli elementi del rivestimento (rilievi, zigrinate, ecc.) e alla qualità dell'integrazione con le parti riparate (continuità fisico-materica tra gli elementi riparati e quelli in essere)
	Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	Capacità dei piani di calpestio di garantire morfologie e andamenti altimetrici dimensionati rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti, nonché lo smaltimento delle acque. L'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio attiene alle loro caratteristiche altimetriche, quali ad esempio le pendenze di rampe inclinate, scale e piani di calpestio orizzontali, alla morfologia di pedate ed alzate dei gradini e alla possibilità di superamento di dislivelli presenti sulla pavimentazione.
	Adeguatezza dimensionale del percorso	Capacità dei percorsi/ambienti di garantire traiettorie sufficientemente dimensionate rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti. L'adeguatezza dimensionale dei percorsi attiene alla loro larghezza e lunghezza
	Regolarità del percorso e dei piani di calpestio	Attitudine dell'andamento dei percorsi e dei piani di calpestio a non presentare, nella loro articolazione planimetrica e altimetrica, irregolarità e complessità tali da porre difficoltà nella formazione di una mappa cognitiva degli spazi e nella conoscenza dell'andamento dei piani di calpestio da parte degli utenti. La regolarità del percorso attiene alla simmetria del loro andamento planimetrico e all'andamento e al numero dei cambi di direzione. La regolarità dei piani di calpestio attiene alla uniformità delle loro pendenze, al ritmo di pedate ed alzate e al numero di gradini presenti nelle diverse rampe di un corpo scala
	Disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi	Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di attrezzature, strumenti o impianti mobili che supportano e/o rendono soddisfacente l'attività del camminare. La disponibilità di attrezzature mobili attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti, di ascensori, scale mobili, tapis roulant, servo scala, piattaforme elevatrici ecc., utilizzabili in maniera flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili
	Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso	Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di sostegni fissi che siano in grado di supportare l'equilibrio dell'utente durante l'attività del camminare. La disponibilità di sostegni fissi attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti, di corrimano, maniglie, ringhiere, balaustre, transenne, ecc., che per posizione, forma, andamento e materiale siano utilizzabili in maniera flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili
Necessità di potersi appoggiare e sostenere ad appigli o appoggi presenti lungo il percorso	Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature	Attitudine degli elementi tecnici e delle attrezzature a presentare trattamenti superficiali che al contatto della mano o dei piedi e alla vista suscitino sensazioni positive nell'utente. In altri termini che siano in grado di produrre sensazioni ed effetti tattili e visivi reali ed apparenti adeguati ai fini del benessere psico-fisico. La piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature attiene alle percezioni tattili di caldo o di freddo e di cariche elettrostatiche, alle percezioni tattili e visive di scabrosità e lesività, nonché a tutte le percezioni visive di lucentezza, brillantezza, colore, ecc. prodotte dal rivestimento di elementi tecnici e attrezzature.
Necessità di non ricevere dall'ambiente stimoli che possano generare sensazioni di vertigini o la perdita di equilibrio	Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	Capacità dei piani di calpestio di garantire morfologie e andamenti altimetrici dimensionati rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti, nonché lo smaltimento delle acque. L'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio attiene alle loro caratteristiche altimetriche, quali ad esempio le pendenze di rampe inclinate, scale e piani di calpestio orizzontali, alla morfologia di pedate ed alzate dei gradini e alla possibilità di superamento di dislivelli presenti sulla pavimentazione.
	Regolarità del percorso e dei piani di calpestio	Attitudine dell'andamento dei percorsi e dei piani di calpestio a non presentare, nella loro articolazione planimetrica e altimetrica, irregolarità e complessità tali da porre difficoltà nella formazione di una mappa cognitiva degli spazi e nella conoscenza dell'andamento dei piani di calpestio da parte degli utenti. La regolarità del percorso attiene alla simmetria del loro andamento planimetrico e all'andamento e al numero dei cambi di direzione. La regolarità dei piani di calpestio attiene alla uniformità delle loro pendenze, al ritmo di pedate ed alzate e al numero di gradini presenti nelle diverse rampe di un corpo scala
	Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici	Attitudine degli elementi tecnici a presentare trattamenti superficiali cromatici e di finitura chiaramente e confortevolmente visibili agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità. L'adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici, quali pavimentazioni e pareti verticali, attiene alla capacità del loro trattamento cromatico e di finitura di essere visivamente percepibile e distinguibile dagli utenti e di non generare gli indesiderati effetti dell'abbagliamento e della riflessione
	Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature	Attitudine degli elementi tecnici e delle attrezzature a presentare trattamenti superficiali che al contatto della mano o dei piedi e alla vista suscitino sensazioni positive nell'utente. In altri termini che siano in grado di produrre sensazioni ed effetti tattili e visivi reali ed apparenti adeguati ai fini del benessere psico-fisico. La piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature attiene alle percezioni tattili di caldo o di freddo e di cariche elettrostatiche, alle percezioni tattili e visive di scabrosità e lesività, nonché a tutte le percezioni visive di lucentezza, brillantezza, colore, ecc. prodotte dal rivestimento di elementi tecnici e attrezzature
Necessità evitare sforzi fisico-motori intensi/prolungati durante il percorrere	Adeguatezza dimensionale dei percorsi	Capacità dei percorsi/ambienti di garantire traiettorie sufficientemente dimensionate rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti. L'adeguatezza dimensionale dei percorsi attiene alla loro larghezza e lunghezza

Esigenza d'uso	Requisito	Definizione
	Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	Capacità dei piani di calpestio di garantire morfologie e andamenti altimetrici dimensionati rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti, nonché lo smaltimento delle acque. L'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio attiene alle loro caratteristiche altimetriche, quali ad esempio le pendenze di rampe inclinate, scale e piani di calpestio orizzontali, alla morfologia di pedate ed alzate dei gradini e alla possibilità di superamento di dislivelli presenti sulla pavimentazione
	Disponibilità di attrezzature mobili nel percorso	Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di attrezzature, strumenti o impianti mobili che supportano e/o rendono soddisfacente l'attività del camminare. La disponibilità di attrezzature mobili attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti, di ascensori, scale mobili, tapis roulant, servo scala, piattaforme elevatrici ecc., utilizzabili in maniera flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili
	Disponibilità di attrezzature per la sosta	Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di aree attrezzate per la sosta, che siano in grado di supportare l'utente durante lunghi tragitti o durante i momenti di affaticamento. La disponibilità di attrezzature per la sosta attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti di aree attrezzate con sedute, che siano utilizzabili in maniera confortevole, flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili
	Regolarità del percorso e dei piani di calpestio	Attitudine dell'andamento dei percorsi e dei piani di calpestio a non presentare, nella loro articolazione planimetrica e altimetrica, irregolarità e complessità tali da porre difficoltà nella formazione di una mappa cognitiva degli spazi e nella conoscenza dell'andamento dei piani di calpestio da parte degli utenti. La regolarità del percorso attiene alla simmetria del loro andamento planimetrico e all'andamento e al numero dei cambi di direzione. La regolarità dei piani di calpestio attiene alla uniformità delle loro pendenze, al ritmo di pedate ed alzate e al numero di gradini presenti nelle diverse rampe di un corpo scala
Necessità evitare sforzi visivi intensi/prolungati durante il percorrere	Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici	Attitudine degli elementi tecnici a presentare trattamenti superficiali cromatici e di finitura chiaramente e confortevolmente visibili agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità. L'adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici, quali pavimentazioni e pareti verticali, attiene alla capacità del loro trattamento cromatico e di finitura di essere visivamente percepibile e distinguibile dagli utenti e di non generare gli indesiderati effetti dell'abbagliamento e della riflessione
	Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite	Capacità delle informazioni ambientali esplicite presenti nell'edificio di fornire indicazioni adeguate a qualsiasi abilità o condizione di mobilità dell'utente. L'adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite attiene alle caratteristiche di tipologia, forma, posizionamento e quantità di tutta la segnaletica orizzontale o verticale, grafica, tattile o acustica utilizzata nell'edificio
Necessità di svagarsi durante il percorso	Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso	Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di attrezzature di svago e commercio, che siano in grado di creare attrattiva e interesse nell'utente durante l'attività del camminare. La disponibilità di attrezzature e svago attiene alla possibilità d'uso di esercizi commerciali, allestimenti di opere d'arte, giochi per bambini, ecc.
Necessità di riconoscere attraverso i diversi canali percettivo/sensoriali le caratteristiche dei percorsi ed effettuare consapevolmente le operazioni di orientamento e le decisioni di wayfinding	Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici	Attitudine degli elementi tecnici a presentare trattamenti superficiali cromatici e di finitura chiaramente e confortevolmente visibili agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità. L'adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici, quali pavimentazioni e pareti verticali, attiene alla capacità del loro trattamento cromatico e di finitura di essere visivamente percepibile e distinguibile dagli utenti e di non generare gli indesiderati effetti dell'abbagliamento e della riflessione
	Regolarità del percorso e dei piani di calpestio	Attitudine dell'andamento dei percorsi e dei piani di calpestio a non presentare, nella loro articolazione planimetrica e altimetrica, irregolarità e complessità tali da porre difficoltà nella formazione di una mappa cognitiva degli spazi e nella conoscenza dell'andamento dei piani di calpestio da parte degli utenti. La regolarità del percorso attiene alla simmetria del loro andamento planimetrico e all'andamento e al numero dei cambi di direzione. La regolarità dei piani di calpestio attiene alla uniformità delle loro pendenze, al ritmo di pedate ed alzate e al numero di gradini presenti nelle diverse rampe di un corpo scala
	Adeguatezza dimensionale dei percorsi	Capacità dei percorsi/ambienti di garantire traiettorie sufficientemente dimensionate rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti. L'adeguatezza dimensionale dei percorsi attiene alla loro larghezza e lunghezza
	Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature	Attitudine degli elementi tecnici e delle attrezzature a presentare trattamenti superficiali che al contatto della mano o dei piedi e alla vista suscitino sensazioni positive nell'utente. In altri termini che siano in grado di produrre sensazioni ed effetti tattili e visivi reali ed apparenti adeguati ai fini del benessere psico-fisico. La piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature attiene alle percezioni tattili di caldo o di freddo e di cariche elettrostatiche, alle percezioni tattili e visive di scabrosità e lesività, nonché a tutte le percezioni visive di lucentezza, brillantezza, colore, ecc. prodotte dal rivestimento di elementi tecnici e attrezzature
	Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso	Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di sostegni fissi che siano in grado di supportare l'equilibrio dell'utente durante l'attività del camminare. La disponibilità di sostegni fissi attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti, di corrimano, maniglie, ringhiere, balaustre, transenne, ecc., che per posizione, forma, andamento e materiale siano utilizzabili in maniera flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili
	Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	Capacità dei piani di calpestio di garantire morfologie e andamenti altimetrici dimensionati rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti, nonché lo smaltimento delle acque. L'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio attiene alle loro caratteristiche altimetriche, quali ad esempio le pendenze di rampe inclinate, scale e piani di calpestio orizzontali, alla morfologia di pedate ed alzate dei gradini e alla possibilità di superamento di dislivelli presenti sulla pavimentazione
	Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite	Capacità delle informazioni ambientali esplicite presenti nell'edificio di fornire indicazioni adeguate a qualsiasi abilità o condizione di mobilità dell'utente. L'adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite attiene alle caratteristiche di tipologia, forma, posizionamento e quantità di tutta la segnaletica orizzontale o verticale, grafica, tattile o acustica utilizzata nell'edificio
	Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite ¹¹⁹	Capacità dell'edificio e di sue parti di fornire indicazioni sull'orientamento e sul wayfinding adeguate a qualsiasi abilità o condizione di mobilità dell'utente. L'adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite attiene alle caratteristiche architettonico-spaziali e tecniche di leggibilità e comprensibilità visiva, tattile ed acustica dell'impianto architettonico, delle sue funzioni, del suo layout e delle sue strumentazioni, con lo scopo più generale di fornire a tutti gli utenti le informazioni necessarie per agire nella consapevolezza

¹¹⁹ La conformazione architettonico-spaziale dei vari spazi/percorsi deve essere facilmente leggibile all'utente, fornirgli informazioni utili sia sul ruolo funzionale dell'ambiente in cui si trova (orientamento), sia sui piani di spostamento da effettuare per raggiungere la porta di ingresso all'atrio (wayfinding).

TABELLA DI RELAZIONE TRA I REQUISITI DI PERCORRIBILITÀ E LE SPECIFICHE/PARAMETRI DI CONTROLLO

Requisito	Specificazione/parametro di controllo del requisito
Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della modalità di fornitura dell'informazione: Le informazioni della segnaletica devono essere fornite attraverso diverse modalità, affinché possano essere percepite e utilizzate da tutti i canali sensoriali Tipologia degli avvisi forniti dalla segnaletica: Nei percorsi deve essere presente, quando necessaria, segnaletica di orientamento e di wayfinding. Controllo della collocazione della segnaletica nell'elemento spaziale: tutta la segnaletica presente nello spazio per fornire informazioni di orientamento e wayfinding deve avere una collocazione tale da essere percepibile a tutti gli utenti. Controllo delle dimensioni dell'avviso sul segnale: Le dimensioni dell'avviso grafico sul segnale devono essere tali da risultare leggibile a chiunque, qualsiasi sia la funzionalità visiva che caratterizza l'utente. Controllo della tipologia di carattere usato per la segnaletica grafica: Il tipo di carattere usato per la segnaletica grafica deve essere leggibile in maniera chiara e confortevole. Controllo del colore della segnaletica: Il colore della segnaletica deve essere tale da farla risultare nel contesto chiara e ben evidente. Controllo dei trattamenti cromatici, aptici e sonori delle superfici orizzontali e verticali¹²⁰: Le superfici delle pavimentazioni dei piani di calpestio e le superfici delle pareti devono poter rappresentare un ausilio per il chiaro riconoscimento dei percorsi. Controllo della quantità dei segnali: la quantità di segnaletica presente deve essere tale da non sortire effetti indesiderati di confusione e disorientamento¹²¹.
Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite ¹²²	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della visibilità degli elementi costituenti informazioni di wayfinding: Enfatizzare attraverso la conformazione architettonico-spaziale e le caratteristiche degli elementi tecnici gli elementi chiave che sono in grado di offrire informazioni veramente rilevanti ai fini delle decisioni di wayfinding e delle interpretazioni di orientamento, secondo una logica di minimizzazione degli elementi di disturbo, o meglio nascondendo alla percezione quelle informazioni non rilevanti. Controllo della presenza/assenza di landmarker: Prevedere la caratterizzazione architettonica degli elementi spaziali per consentire agli utenti di mappare le zone dell'edificio come regioni funzionalmente omogenee. Controllo della veicolazione dei rumori: Valorizzare, e non nascondere, quei i suoni che veicolano le informazioni di orientamento e wayfinding. Controllo delle variazioni di larghezze e lunghezze dei percorsi: Le dimensioni dei percorsi devono poter comunicare informazioni di orientamento e wayfinding.
Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici	<ul style="list-style-type: none"> Controllo del trattamento cromatico delle superfici orizzontali e verticali: Il trattamento cromatico usato per le superfici delle pavimentazioni e delle pareti deve essere chiaramente percepibile dagli utenti, qualsiasi sia l'abilità/funzionalità visiva e non generare illusioni ottiche. Controllo del coefficiente di riflessione delle superfici di pavimenti e pareti: La finitura superficiale di pareti e pavimenti deve evitare fenomeni di riflessione o abbagliamento al fine di evitare illusioni visive o la riduzione/perdita momentanea della funzionalità visiva degli utenti. I guizzi di luce determinati da superfici riflettenti possono provocare disturbi nella percezione che impediscono di riconoscere ostacoli lungo il percorso Controllo delle variazioni altimetriche della superficie di calpestio: Le variazioni di livello presenti sul piano di calpestio lungo il percorso (gradini isolati, inizio di rampe inclinate, scale ecc.) devono essere rese visivamente, tattilmente e acusticamente evidenti attraverso variazioni cromatiche, di materiale o di finitura della pavimentazione.
Adeguatezza dimensionale dei percorsi	<ul style="list-style-type: none"> Controllo delle larghezze dei percorsi: I percorsi in genere (corridoi, rampe inclinate, scale, ecc.) devono avere larghezze tali da consentire il comodo e agevole transito, nonché tutte le manovre di svolta ed inversione ai diversi ingombri degli utenti¹²³. Controllo delle lunghezze dei percorsi: I percorsi di collegamento tra ambienti e funzioni non dovrebbero essere particolarmente lunghi.
Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della morfologia del profilo dei gradini: Il profilo dei gradini nel punto di raccordo tra il filo dell'alzata e il piano della pedata deve avere una forma tale da non consentire l'impiglio della punta del piede dell'utente mentre si appresta a salire il gradino ed avere un profilo tale da ridurre le conseguenze dell'eventuale caduta. Controllo delle variazioni altimetriche dei piani di calpestio: I piani di calpestio devono essere prevalentemente privi di variazioni altimetriche. Controllo delle pendenze delle superfici di calpestio inclinate: Le superfici di calpestio inclinate (rampe, salite, discese) devono avere valori delle pendenze tali da poter essere percorse autonomamente in condizioni di sicurezza e comfort da tutti gli individui e non generare condizioni di affaticamento. Controllo delle pendenze delle superfici di calpestio orizzontali: Le superfici di calpestio orizzontali devono avere valori delle pendenze tali da consentire il congruo defluire delle acque piovane. Controllo della morfologia dell'inizio e della fine di rampe inclinate e scale: la morfologia dell'inizio e fine delle rampe inclinate e di scale non devono consentire che l'utente che termina la salita o la discesa si trovi immediatamente coinvolto nel flusso di utenti che percorre lo spazio/corridoio intercettato. Controllo della morfologia delle pedate e delle alzate delle scale: Le pedate dei gradini devono avere una forma tale da consentire il comodo e stabile appoggio del piede su di esse. Controllo dimensionale delle pedate e delle alzate delle scale: I gradini che compongono le rampe di scale devono essere caratterizzati da un rapporto tra alzata e pedata adeguato alle diverse abilità fisico-motorie.
Continuità della texture della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della morfologia del profilo dei singoli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione: Il profilo dei singoli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione dovrebbe essere preferibilmente continuo. Eventuali profili zigrinati o a rilievo dovrebbero presentare dimensioni delle alternanze pieni-vuoti minime al fine di non ostacolare o resistere al trascinamento dei piedi o delle ruote di strumenti e ausili (evitare rumori e vibrazioni al piede che strascica su tali rilievi o al corpo che trascina lo strumento su ruote), di non consentire l'incastro di scarpe o ausili per la deambulazione (punte di bastoni, stampelle, tacchi, ecc.), né l'incastro di ruote o l'effetto binario delle ruote di strumenti e/o ausili per la deambulazione (ruote di trolley, carrelli, sedie a ruota, ecc.). Controllo del dimensionamento delle fughe tra gli elementi costituenti la pavimentazione: Le fughe eventualmente presenti tra gli elementi costituenti la pavimentazione devono essere né troppo larghe, né troppo profonde, al fine di non opporre ostacolo o resistenza al confortevole trascinamento del piede o delle ruote di ausili per la deambulazione e/o strumenti (evitare sobbalzi al piede che strascica su tali rilievi, ridurre effetti sobbalzo e vibrazione sul corpo dell'utente scaturito dal trascinamento dell'ausilio/bagaglio con ruote su tali interruzioni della texture), di non consentire l'incastro di scarpe o ausili per la deambulazione (punta del bastone, stampella, del tacco della scarpa, ecc), né la dimensione delle fughe deve consentire l'incastro o l'incanalamento (effetto binario) delle ruote di ausili o strumenti in esse. Controllo dei grigliati presenti sulla superficie di calpestio: Sarebbe opportuno evitare la presenza di grigliati sulla pavimentazione in corrispondenza delle traiettorie che l'utente deve percorrere. Tali inserimenti interrompono la continuità della texture. Nel caso in cui ciò non fosse possibile, sarebbe opportuno che i grigliati abbiano maglie con vuoti tali da non consentire l'incastro di tacchi di scarpe o punte degli ausili per la deambulazione (punta del bastone, stampella, del tacco della scarpa, ecc). Inoltre, sarebbe opportuno posizionare i grigliati con le maglie trasversali al senso di marcia per evitare che le ruote possano incastrarsi o incanalarsi (effetto binario) tra le maglie della griglia.
Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della presenza di elementi danneggiati: L'intera pavimentazione ed i suoi singoli elementi non devono presentarsi danneggiati. Controllo della stabilità dell'ancoraggio del rivestimento al supporto della pavimentazione: Gli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione devono presentarsi/mantenersi ben ancorati ed aderenti al supporto per consentire uno stabile appoggio all'utente.

¹²⁰ Le superfici sono le parti degli elementi tecnici e delle attrezzature presenti nello spazio con cui tutti gli utenti vengono a contatto durante l'esplorazione dell'ambiente. In particolare tale modalità di interazione è maggiormente necessaria al modello mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva viene a contatto durante la navigazione nell'ambiente.

¹²¹ Per fornire le informazioni di orientamento e di wayfinding, in maniera che l'utente sia consapevole ed autonomo nella navigazione dell'edificio, non è possibile delegare tale compito soltanto alle informazioni ambientali esplicite. La segnaletica, infatti deve avere il solo compito di corroborare la capacità della conformazione spaziale - architettonica dell'ambiente di fornire tali informazioni.

¹²² La conformazione architettonico-spaziale dei vari spazi/percorsi deve essere facilmente leggibile all'utente, fornirgli informazioni utili sia sul ruolo funzionale dell'ambiente in cui si trova (orientamento), sia sui piani di spostamento da effettuare per raggiungere la porta di ingresso all'atrio (wayfinding).

¹²³ Si pensi agli ingombri determinati, ad esempio dall'uso di ausili/strumenti con ruote come sedia a rotelle, passeggini, trolley, carrelli, ecc., di ausili protesici per la deambulazione come bastoni, stampelle, tripodi, ecc.

Requisito	Specificazione/parametro di controllo del requisito
Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della presenza/assenza di attrezzature di svago e commercio lungo i percorsi: Nei percorsi particolarmente lunghi di edifici complessi sarebbe opportuno offrire agli utenti la possibilità di camminare ricevendo stimoli percettivi ed emotivi diversificati, attraverso la presenza di attrezzature di svago e commercio che rendano i percorsi, anche se lunghi, più confortevoli e familiari.
Disponibilità di attrezzature mobili nel percorso	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della presenza/assenza di attrezzature mobili lungo i percorsi: In presenza di percorsi particolarmente lunghi e in presenza di variazioni altimetriche delle superfici di calpestio deve essere offerta agli utenti la possibilità di scegliere tra diverse modalità di percorrenza quella più adeguata alle proprie capacità fisico-motorie.
Disponibilità di attrezzature per la sosta	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della presenza/assenza di attrezzature per la sosta: Nei casi di percorsi particolarmente lunghi o in tutti quei casi in cui le caratteristiche fisiche possono comportare affaticamento fisico-motorio all'utente è necessario offrirgli la possibilità di recuperare le energie per continuare la marcia. I percorsi, pertanto, devono offrire agli utenti la possibilità di trovare aree attrezzate con sedute e piani d'appoggio dove poter sostare senza intralciare il normale flusso di utenza.
Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della presenza/assenza di sostegni fissi lungo il percorso: Prevedere l'aggiunta di sostegni e appigli lungo i percorsi ogni qualvolta questi presentino caratteristiche morfologiche, dimensionali e altimetriche tali da affaticare e rendere precario l'equilibrio dell'utente. Controllo delle altezze da terra dei sostegni fissi: I sostegni fissi a parete o a terra devono essere collocati ad un'altezza dal piano di calpestio tale da essere comodamente prendibile a chiunque¹²⁴ (persone alte o basse). Controllo delle distanze dalle pareti dei sostegni fissi: I sostegni fissi a parete devono essere scostati dalla parete ad una distanza tale da consentire la sua agevole e sicura prensione¹²⁵. Controllo della morfologia dei sostegni fissi: La forma e la dimensione della sezione della parte prendibile del sostegno fisso deve essere tale da consentire una comoda e sicura impugnatura a tutti gli utenti qualsiasi sia la loro capacità di prensione (forza muscolare, dimensione della mano, ecc.). Inoltre le parti terminali dei sostegni fissi devono avere una forma e andamento tale da non consentire che gli indumenti possano impigliarsi in essi. La forma e la dimensione della sezione della parte prendibile del sostegno fisso deve essere costante lungo tutto lo sviluppo del percorso, a meno che la variazione non voglia comunicare informazioni funzionali-spaziali del percorso. Controllo dell'andamento dei sostegni fissi: L'andamento dei sostegni fissi deve essere tale da assicurare agli individui continuità, costanza ed efficacia dell'ausilio durante la deambulazione, nonché comunicargli informazioni circa le caratteristiche del percorso e dei suoi elementi tecnici¹²⁶.
Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature	<ul style="list-style-type: none"> Controllo del trattamento superficiale delle pareti: Il trattamento superficiale delle pareti deve essere piacevole al tatto e non lesivo o tagliente, le pareti infatti devono poter essere utilizzabili come punti di appoggio per sostenere l'equilibrio in caso di difficoltà o perdita di equilibrio. Inoltre se vi sono sostegni fissi a parete è necessario controllare la finitura delle superfici verticali al fine di evitare che le nocche e il dorso della mano possano escoriarsi se vi strusciano. Controllo del trattamento superficiale dei sostegni fissi: La superficie dei sostegni fissi, eventualmente presenti lungo i percorsi, deve essere gradevole al tatto per temperatura, materiale e finitura e assolutamente non lesiva, ciò indurrebbe l'utente a non considerare il sostegno un aiuto al suo equilibrio, né per le sue decisioni di orientamento e wayfinding. Controllo degli effetti visivi e tattili apparenti dei sostegni fissi: I sostegni fissi eventualmente presenti lungo il percorso devono fornire percezioni visive e tattili apparenti compatibili con le sue reali caratteristiche. Controllo degli effetti visivi e tattili apparenti degli elementi tecnici: La superficie della pavimentazione deve fornire effetti visivi apparenti compatibili con le sue reali caratteristiche.
Planarità della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> Controllo delle variazioni di livello della pavimentazione: I diversi elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione devono essere complanari. Controllo dell'integrazione con le parti riparate: Le eventuali sostituzioni/riparazioni degli elementi del rivestimento devono integrarsi perfettamente con il resto della pavimentazione. In altri termini le parti riparate devono essere complanari con quelle in essere.
Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della rugosità della superficie del rivestimento della pavimentazione: Il trattamento superficiale del rivestimento della pavimentazione deve avere un livello di rugosità tale da consentire un'efficace ed efficiente rimozione di macchie di qualsiasi natura e di sporco eventualmente presenti su di essa¹²⁷. Controllo della porosità della superficie del rivestimento della pavimentazione: Il trattamento superficiale del rivestimento della pavimentazione deve avere un livello di porosità tale da non consentire l'assorbimento di sostanze che possono cadere su di essa (acqua, olio, bibite, ecc.) ed evitare di renderne più difficoltosa la rimozione. Controllo della rugosità del materiale di riempimento delle fughe: Il materiale utilizzato per rifinire le fughe tra gli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione deve avere un livello di rugosità tale da consentire un'efficace ed efficiente rimozione di macchie di qualsiasi natura e di sporco eventualmente presenti su di essa. Controllo della porosità del materiale di riempimento delle fughe: Il materiale utilizzato per rifinire le fughe tra gli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione deve avere un livello di porosità tale da non consentire l'assorbimento di sostanze che possono cadere su di essa (acqua, olio, bibite, ecc.) ed evitare di renderne più difficoltosa la rimozione. Inoltre deve avere un livello di porosità tale da evitare che quando sottoposto all'azione di sostanze aggressive presenti nell'ambiente possa consumarsi, subire erosioni o deformazioni di qualsiasi natura.
Resistenza all'impronta della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della consistenza del rivestimento della pavimentazione: Il rivestimento della pavimentazione deve avere una consistenza e compattezza tale da favorire un agevole trascinamento delle ruote di ausili e pesi su di esso ed evitare che vi possano affondare o che analogamente superfici estremamente ridotte su cui grava il peso del corpo, come bastoni, stampelle, tacchi, ecc., possano affondarvi. Controllo dell'impronta residua: L'impronta residua che può formarsi sulla superficie del rivestimento della pavimentazione deve essere tale da non determinare deformazioni temporanee o permanenti anche minime della superficie quando sottoposta ai carichi d'utenza.
Resistenza allo scivolamento della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> Controllo del coefficiente d'attrito della superficie del rivestimento della pavimentazione: Il livello di attrito radente della superficie del rivestimento della pavimentazione deve essere tale da non creare inciampo al piede durante l'articolazione dei passi e non opporre eccessiva resistenza ad eventuali corpi che scorrono su di essa¹²⁸. Nel contempo, però, il coefficiente di attrito radente deve essere tale da evitare lo scivolamento del piede su cui grava il peso del corpo durante la deambulazione. Tali caratteristiche devono essere assicurate anche in condizioni di pavimentazione bagnata.

¹²⁴ Considerando ad esempio che il modello mobilità con sedia a ruote ha una possibilità di presa da terra più bassa rispetto a chi è in piedi.

¹²⁵ In termini di safety la distanza tra il corrimano e la parete deve evitare che la mano possa incastrarsi o le nocche e il dorso della mano escoriarsi allo strisciare con la parete mentre l'individuo impugna il corrimano.

¹²⁶ Il corrimano è l'elemento con cui il modello mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva viene a contatto durante l'attività di deambulazione in spazi/percorsi, poiché se ne serve come supporto informativo circa le caratteristiche di andamento planimetrico dei percorsi e altimetrico delle superfici di calpestio, nonché eventualmente delle funzioni che nell'elemento spaziale si svolgono. In tali circostanze, ogni variazione di forma, andamento o materiale di tale elemento può comunicargli informazioni di variazioni funzionali-spaziali o morfologiche-dimensionali del percorso. Ad esempio l'andamento, la continuità e il termine del sostegno fisso possono comunicare al tatto della mano informazioni sulle caratteristiche dei percorsi. La continuità informa il modello che si sta camminando sempre lungo lo stesso percorso, l'andamento lo informa sulle caratteristiche altimetriche della superficie di calpestio (se è dritto si è in piano, se è pendente si è su una superficie inclinata). Il termine del sostegno fisso gli comunica la fine del percorso. A tale proposito lungo le scale sarebbe opportuno che i sostegni fissi si prolunghino oltre il termine del primo e dell'ultimo gradino per comunicare l'effettivo termine della rampa.

¹²⁷ Macchie collose/ appiccicose o a rilievo presenti sulla pavimentazione possono essere motivo di inciampo del piede sulla superficie per qualsiasi individuo. Analogamente macchie liquide ed oleose possono essere la causa di episodi di scivolamento sulla pavimentazione. In particolare nel modello mobilità con passo alterato la presenza di macchie collose o appiccicose (come quelle dovute ad esempio alla caduta di bibite zuccherine sul pavimento) o a rilievo (ad esempio sporco sedimentato sulla superficie) possono rappresentare, al pari di coefficienti di attrito elevati, elementi di resistenza ad un comodo e confortevole trascinamento del piede che non articola bene il movimento, oltre che procurare, in tale modello, sobbalzi indesiderati dell'arto.

¹²⁸ Si pensi al modello mobilità con passo alterato e alla relativa andatura del piede che strascica o che steppa. In tali condizioni di deambulazione coefficienti di attrito elevati possono determinare l'inceppamento sulla pavimentazione della punta dei piedi i quali, non articolando bene il movimento, necessitano di avanzare strisciando sulla pavimentazione.

Requisito	Specificazione/parametro di controllo del requisito
Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo dello spessore degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione</i>: Lo spessore degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione deve essere tale da evitare che questi si possano spaccare quando sono sottoposti all'azione di forze puntuali come bastoni, stampelle, tacchi, ecc., e analogamente quando sono sottoposti ai carichi di utenza del contesto d'uso. • <i>Controllo del formato degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione</i>: Il formato degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione deve essere tale da evitare che questi si possano spaccare quando sono sottoposti all'azione di forze puntuali come bastoni, stampelle, tacchi, ecc., e analogamente quando sono sottoposti ai carichi di utenza del contesto d'uso. • <i>Controllo della porosità del materiale costituente il rivestimento</i>: Il valore della porosità del materiale costituente il rivestimento deve essere adeguato alle sollecitazioni di esercizio e carico d'utenza previste sul piano di calpestio. • <i>Controllo del carico di rottura a flessione</i>: il valore del carico di rottura a flessione deve essere adeguato alle sollecitazioni di esercizio e carico d'utenza previste sul piano di calpestio.
Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo del coefficiente di abrasione della superficie del rivestimento della pavimentazione</i>: La superficie del rivestimento della pavimentazione non deve consentire la formazione di graffi o di qualsiasi forma di usura superficiale sotto l'azione meccanica dei flussi di utenza.

Le schede di relazione precedentemente elaborate hanno consentito di individuare quali sono i requisiti di percorribilità dei percorsi e dei loro elementi tecnici, nonché le specificazioni e parametri di controllo, in funzione delle esigenze dei modelli di mobilità. Sono stati in tal modo identificati i requisiti tecnici, ambientali e funzionali-spaziali della classe di requisiti della percorribilità. Tali requisiti infatti rappresentano le caratteristiche che gli *elementi spaziali*¹²⁹, le *unità ambientali*¹³⁰ (percorsi, corridoi, ecc.) e *gli elementi tecnici*¹³¹ (pavimenti, scale, pareti, ecc.) dell'organismo edilizio¹³² devono possedere per fornire all'utenza ampliata degli edifici pubblici condizioni di adeguatezza rispetto all'attività di deambulazione e cioè utili a soddisfare l'esigenza di *qualità del camminare* dell'uomo.

Di seguito sono elencati, definiti e descritti i suddetti requisiti di percorribilità.

In particolare per ogni requisito sarà fornita la definizione, una breve descrizione, nonché le eventuali incidenze che su ogni requisito hanno le altre caratteristiche dei percorsi e degli elementi tecnici. Esistono infatti forti relazioni tra i diversi requisiti, tanto che la non adeguatezza di uno può compromettere tutta la classe di requisiti della percorribilità.

Per facilità di consultazione i requisiti saranno definiti e descritti seguendo l'ordine alfabetico.

¹²⁹ *Elemento spaziale (sinonimo di unità spaziale): porzione di spazio fruibile destinata allo svolgimento delle attività di un'unità ambientale. Cfr. norma UNI 10838/1999. Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.*

¹³⁰ *Unità ambientale: Raggruppamento di attività dell'utente, derivanti da una determinata destinazione d'uso dell'organismo edilizio, compatibili spazialmente e temporalmente tra loro. Cfr. norma UNI 10838/1999. Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.*

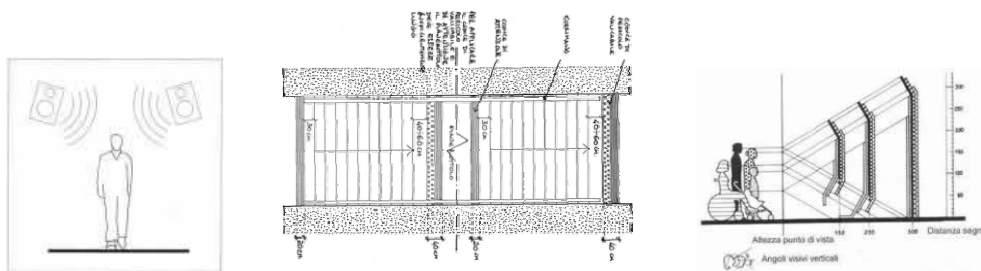
¹³¹ *Elemento tecnico: prodotto edilizio più o meno complesso, capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche e che si configura come componente caratterizzante di un sub sistema tecnologico. Cfr. norma UNI 10838/1999. Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia. Sono classi di elementi tecnici le pareti verticali interne ed esterne, scale, rampe, coperture, solai, infissi, ecc.*

¹³² *Organismo edilizio: insieme strutturato di elementi spaziali e di elementi tecnici interni ed esterni, pertinenti all'edificio, caratterizzati dalle loro funzioni e dalle loro relazioni reciproche. Cfr. norma UNI 10838/1999. Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.*

Elenco dei requisiti	
<i>Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite</i>	Requisito tecnico
<i>Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite</i>	Requisito funzionale-spaziale e ambientale
<i>Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici</i>	Requisito tecnico
<i>Adeguatezza dimensionale dei percorsi</i>	Requisito funzionale-spaziale
<i>Adeguatezza morfologica e altimetrica delle superfici di calpestio</i>	Requisito funzionale-spaziale
<i>Continuità della texture della pavimentazione</i>	Requisito tecnico
<i>Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione</i>	Requisito tecnico
<i>Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso</i>	Requisito ambientale
<i>Disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi</i>	Requisito ambientale
<i>Disponibilità di attrezzature per la sosta</i>	Requisito ambientale
<i>Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso</i>	Requisito ambientale
<i>Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature</i>	Requisito tecnico
<i>Planarità della pavimentazione</i>	Requisito tecnico
<i>Regolarità del percorso e dei piani di calpestio</i>	Requisito funzionale-spaziale
<i>Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione</i>	Requisito tecnico
<i>Resistenza all'impronta della pavimentazione</i>	Requisito tecnico
<i>Resistenza allo scivolamento della pavimentazione</i>	Requisito tecnico
<i>Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione</i>	Requisito tecnico
<i>Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione</i>	Requisito tecnico

Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite¹³³

Capacità delle informazioni ambientali esplicite presenti nell'edificio di fornire indicazioni adeguate a qualsiasi abilità o condizione di mobilità dell'utente. L'adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite attiene alle caratteristiche di tipologia, forma, posizionamento e quantità di tutta la segnaletica orizzontale o verticale, grafica, tattile o acustica utilizzata nell'edificio.



La presenza delle informazioni ambientali esplicite in forma di insegne, cartelloni, indicatori, mappe tattili e grafiche, segnali sonori, trattamenti cromatici ed aptici delle superfici verticali ed orizzontali, risulta indispensabile a supportare gli utenti nelle loro attività cognitive dello spazio. Questi *segni* che si propongono in forma di istruzione rappresentano una forma di comunicazione esplicita, spesso univoca e perentoria.

Le informazioni ambientali esplicite in un edificio per servizi possono essere classificate come di *posizione* (o di identificazione), di *informazione* o di *direzione*. La segnaletica di posizione è quella capace di aiutare le operazioni di orientamento e quindi supporta l'utente ad identificare il luogo nel quale si trova o le funzioni ivi svolte (ad esempio i segnali di biglietteria, servizi igienici, check-in). La segnaletica di informazione è quella capace di fornire informazioni generali sulla presenza di servizi offerti nell'edificio (presenza di bar, ristoranti, negozi, parcheggi, ecc.) o informazioni particolari sul servizio stesso (ad esempio i cartelloni informativi sugli orari di arrivo e partenza treni nelle stazioni, di ricevimento di medici o personale in generale negli ospedali, sulla collocazione ai diversi piani degli uffici utili, ecc.), la segnaletica di direzione, invece, fornisce informazioni di wayfinding, cioè è in grado di direzionare l'utente all'interno dell'edificio per trovare il luogo di destinazione.

¹³³ La definizione del requisito *adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali esplicite* consiste in una rielaborazione e limitazione alle attrezzature deputate a fornire informazioni del più ampio requisito *comunicatività ambientale*, già definito come *l'attitudine di un elemento spaziale, di un'unità tipologica o di una attrezzatura ad essere percepibile da tutti e, in particolare, dalle persone con problemi sensoriali e cognitivi*, in Antonio Lauria, Pierluigi Spadolini, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.



Figura 42 Segnaletica di posizione



Figura 43 Segnaletica di direzione

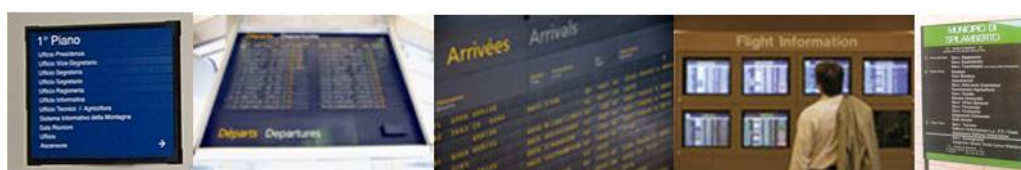


Figura 44 Segnaletica di informazione

Le indicazioni che le diverse tipologie di *segnali* offrono agli utenti devono poter essere percepiti attraverso diverse modalità sensoriali, affinché possano essere utilizzati anche da coloro che presentano diverse capacità sensoriali e cognitive. In forma visiva, con caratteri, colore e contrasto tali da consentire una lettura a distanza per gli ipovedenti; in forma verbale, con messaggi acustici ed in forma tattile, con segnali e percorsi tattili (se le guide naturali non sono sufficienti ad informare il non vedente), e mappe tattili che consentono una esplorazione aptica ed una lettura con i polpastrelli per i non vedenti. La scelta di pittogrammi, disegni stilizzati e simboli noti, ad esempio, è una delle più efficaci forme di comunicazione delle informazioni ambientali esplicite poiché in grado di superare qualsiasi barriera linguistica.

Un'altra scelta strategica è quella di raggruppare le informazioni per categorie omogenee e collocarle nello spazio in maniera ben definita. Ad esempio il raggruppamento per codice-colore adottato da Paul Mijksenaar nell'aeroporto JFK di New York¹³⁴, che segue la logica delle tre modalità di comportamento di un comune passeggero di un aeroporto: quello di chi arriva o parte, di chi aspetta e di chi vuol tornare a casa, consente agli utenti di discriminare e selezionare in maniera intuitiva il tipo di indicazione di cui ha effettivamente bisogno, escludendo dalla sua attenzione e dal suo sguardo tutte le altre.

¹³⁴ Il designer olandese Paul Mijksenaar, specialista in wayfinding, ha elaborato per l'aeroporto JFK di New York una rete di indicazioni ambientali esplicite raggruppate secondo tre codice-colore: scritte nere su fondo giallo per tutto ciò che riguarda check-in, voli, terminal, ritiro bagagli; scritte gialle su sfondo nero per bar, ristoranti, sale d'attesa e servizi; scritte bianche su sfondo verde per tutto quello che è relativo a parcheggi, strade di accesso e di uscita.

Inoltre tutti i segnali e cartelloni informativi e direzionali dovranno essere per colore, per contrasto tra sfondo e grafica e per dimensioni della grafica adeguati alle diverse capacità visive degli utenti. L'analisi del modello *mobilità con difficoltà nella percezione dei colori* ha dimostrato che il colore, seppure rappresenta un input informativo che può essere percepito da molti, può nondimeno risultare non significativo per altri, non solo a causa di patologie invalidanti (daltonismo) ma anche per la naturale riduzione della capacità dell'occhio di percepire i colori dovuto all'avanzare dell'età. In tali circostanze grosso peso assume un adeguata forza del contrasto sfondo-scrittta, che prescindendo dai colori utilizzati, può almeno consentire all'occhio la leggibilità del segnale.

Infine le informazioni ambientali esplicite dovranno essere di dimensione adeguata ed installate in posizione perfettamente visibile.

A = distanza massima di visibilità

B = altezza ottimale di installazione riferita al centro del segnale

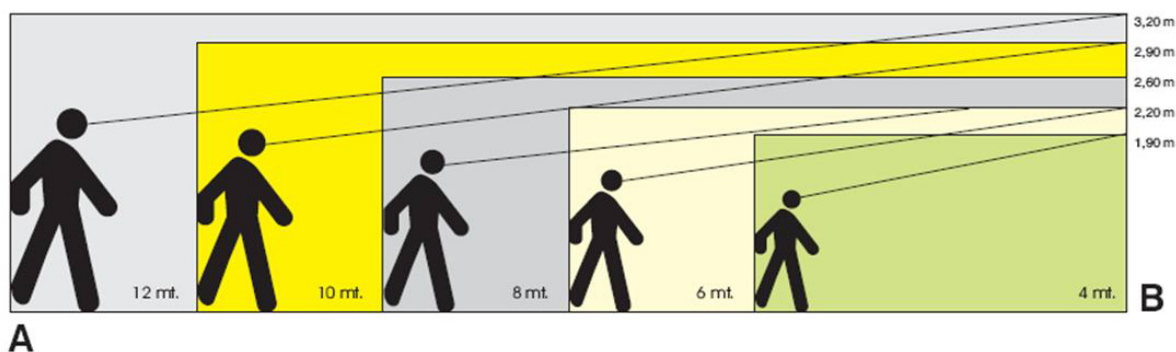


Figura 45 Altezza d'installazione della segnaletica in rapporto alla distanza di massima visibilità

Figura geometrica	Quota	Distanza massima di percezione L in m				
		4	6	10	16	25
	h	25	40	60	100	160
	r	2	4	6	10	16

Figura 46 Dimensioni del segnale in rapporto alla distanza di massima visibilità (UNI 7453-1/2004)

Relativamente alla quantità di segnaletica strettamente necessaria da installare in spazi percorsi, resta valida la logica fondamentale di *esserci solo quando l'informazione da fornire risulta necessaria*. Un numero sovrabbondante di segnali potrebbe, infatti, sortire l'effetto contrario di confusione e disorientamento.

Per quanto riguarda la qualità delle informazioni tattili (percorsi, mappe, segnali) bisogna sottolineare che queste dipendono sì dalle caratteristiche della superficie, ma altresì dal tipo di bastone bianco utilizzato o dalla suola delle scarpe indossate dall'utente. Oltre che dalle mani, le informazioni ambientali esplicite vengono captate anche dai piedi, mediante il tatto plantare e il senso cinestesico. Indicatori tattili a rilievo, percepibili anche dai piedi, sono particolarmente utili per la segnalazione di situazioni di pericolo (ad esempio quando inizia o termina una rampa di scale o una rampa inclinata) e per l'incremento dell'attenzione (ad esempio laddove bisogna operare una scelta tra più direzioni del percorso). Tuttavia la segnaletica tattile sul piano di calpestio deve avere un buon contrasto acromatico e, possibilmente, anche cromatico rispetto alla pavimentazione ordinaria. La percezione di tale contrasto deve essere garantita nelle diverse condizioni di illuminamento e su piani di calpestio in condizioni asciutte e bagnate. La soluzione adottata nelle guide tattili di contrasto, oltre che aptico, anche di tipo cromatico, può, infatti, intendersi utile a tutti poiché in grado di fornire contestualmente input informativi a qualsiasi canale percettivo (vista, tatto e udito).

Tuttavia, le decisioni di wayfinding e le informazioni di orientamento che un utente riesce a cogliere in un edificio non possono essere demandate esclusivamente alle informazioni ambientali esplicite (segnaletica), poiché la comunicazione ambientale è determinata dalla progettazione di tutti quei *segni espliciti o impliciti* che rendono un ambiente o un organismo in grado di comunicare.

Risulta evidente come l'adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite sia fortemente condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette tale qualità, che sono:

❖ *Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite*

Nella pratica progettuale corrente spesso si ritiene che la questione dell'orientamento e del wayfinding possa essere risolta una volta realizzato il progetto attraverso l'apposizione di segnaletica e/o dispositivi informativi. L'inefficacia di un tale approccio si evidenzia maggiormente negli edifici complessi dove l'apposizione di segnali come unica modalità di comunicazione ambientale non è in grado di dirigere efficacemente gli individui attraverso gli edifici, poiché spesso si rivelano ingombranti e ridondanti. Affinché sia soddisfatta l'adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite è necessario che le stesse strutture architettoniche, *ben oltre la nota dialettica forma- funzione, siano concepite come oggetti carichi di quella che possiamo chiamare affordance semiotica: ovvero l'esplicita capacità di invitare all'interpretazione, di indirizzare le scelte, di guidare verso l'auspicata soluzione. Questo tipo di*

*affordance, unitamente all'elaborazione di sistemi grafici complementari, è ciò che fa del Wayfinding una vera e propria ergonomia della comunicazione ambientale*¹³⁵.

❖ *Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici*

Trattamenti cromatici e di finitura delle superfici delle pavimentazioni o delle pareti inadeguati a consentire un contrasto visivo chiaro e confortevole con i segnali apposti su di esse possono condizionare la loro individuazione e leggibilità. Ciò significa, ad esempio, che la scelta del colore dei percorsi tattili non può essere avulsa dalla considerazione del colore della pavimentazione sottostante. Così come la scelta del colore di un segnale di direzione apposto su una parete (o avente questa come sfondo prospettico) non può trascurare il colore di quest'ultima. Inoltre, è necessario considerare che segnali apposti su superfici lucenti o specchianti sono difficilmente visibili dall'utente a causa del fenomeno di abbagliamento che tali trattamenti di finitura possono determinare.

*Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite*¹³⁶

Capacità dell'edificio e di sue parti di fornire indicazioni sull'orientamento e sul wayfinding adeguate a qualsiasi abilità o condizione di mobilità dell'utente. L'adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite attiene alle caratteristiche architettonico-spaziali e tecniche di leggibilità¹³⁷ e comprensibilità visiva, tattile ed acustica dell'impianto architettonico, delle sue funzioni, del suo layout e delle sue strumentazioni, con lo scopo più generale di fornire a tutti gli utenti le informazioni necessarie per agire nella consapevolezza.

La possibilità offerta dall'ambiente di fornire adeguate informazioni spaziali e funzionali implicite cioè comprensibili e significative, equivale alla capacità della sua conformazione

¹³⁵ Cfr. Salvatore Zingale, *Segnare la strada. Il contributo della semiotica al Wayfinding*, Ergonomia, nr. 4, 2006.

¹³⁶ La definizione del requisito *adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite* consiste in una rielaborazione e limitazione ai soli elementi spaziali ed unità ambientali del più ampio requisito *comunicatività ambientale*, già definito come *l'attitudine di un elemento spaziale, di un'unità tipologica o di una attrezzatura ad essere percepibile da tutti e, in particolare, dalle persone con problemi sensoriali e cognitivi*, in Antonio Lauria, Pierluigi Spadolini, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.

¹³⁷ Con tale termine si intende sia la facilità con cui gli utenti riescono ad estrarre dal contesto ambientale le informazioni su cui basare le proprie decisioni di wayfinding, sia alla facilità con cui un luogo, nella sua complesso architettonico, è spazialmente compreso e mentalmente rappresentato o, in altri termini, alla possibilità di essere facilmente mappato cognitivamente. Cfr. Daniela Sorana, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale: la progettazione del sistema di informazione di supporto all'orientamento e wayfinding in edifici complessi*, in *Paesaggio Urbano*, nr. 04/00, Maggioli Editori, Rimini, Luglio – Agosto 2000.

spazio-funzionale di consentire agli utenti, qualsiasi sia la loro capacità sensoriale e cognitiva di conoscere la realtà, comprenderla e di capire la relazione fra sé ed il proprio intorno.

Infatti, quando non vi è corrispondenza tra le informazioni ambientali implicite che l'ambiente offre e i mezzi sensoriali o interpretativi degli individui, subentrano difficoltà nel loro riconoscimento, che si traducono in indisponibilità delle adeguate informazioni di orientamento e wayfinding utili per lo svolgimento delle attività di fruizione del servizio da parte degli utenti¹³⁸.

Le informazioni ambientali implicite, indipendentemente dal tipo e dalla modalità sensoriale mediante la quale sono recepiti, sono ugualmente utili per spiegare qualità, caratteristiche e valori dei luoghi, per comprendere i rapporti tra le parti e per dare spessore di concretezza all'agire: in una parola, essi determinano la comunicatività dell'ambiente. la comunicatività non si limita a favorire nell'uomo l'elaborazione di mappe cognitive finalizzate al miglioramento del rendimento nel wayfinding, ma ha lo scopo più generale di fornire a tutti gli utenti le informazioni necessarie per agire nella consapevolezza¹³⁹.

In particolare l'analisi dei modelli di mobilità ha evidenziato come in alcuni modelli è più sentita l'esigenza di ambienti che siano in grado di comunicare informazioni utili al fine di camminare in condizioni di consapevolezza e sicurezza. Si pensi ad esempio ai modelli *mobilità con assente funzionalità visiva e con mancanza di conoscenza del luogo*. Si tratta di due modelli di mobilità che già per proprie caratteristiche, visive l'uno, cognitive/interpretative l'altro, presentano una maggiore difficoltà nelle attività di wayfinding e orientamento. In tali specifiche condizioni soggettive si evidenzia ancor più la particolare importanza assunta dall'ambiente di fornire le informazioni ambientali implicite adeguate alle diverse capacità di ricezione ed interpretazione dell'ambiente, l'assenza delle quali può generare vere e proprie *barriere sensoriali e cognitive*.

¹³⁸ La percezione è un processo dinamico e complesso basato su due fasi distinte: la ricezione e l'interpretazione. Affinché un uomo possa recepire un segnale è necessario che la struttura energetica del segnale ricada all'interno dei suoi campi sensoriali, specifici per ciascun senso; per poterlo interpretare occorre che sia discriminabile ed identificabile. Il processo di discriminazione si basa sul confronto tra segnali e sulla possibilità di distinguere una cosa da un'altra in base al loro rapporto di contrasto; l'identificazione presuppone che si operino delle valutazioni secondo sistemi di riferimento formati con il consolidarsi dell'esperienza, al fine di attribuire ad ogni segnale un valore ed un significato. Cfr. Antonio Lauria, Pierluigi Spadolini, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.

¹³⁹ Cfr. Antonio Lauria, Pierluigi Spadolini, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.

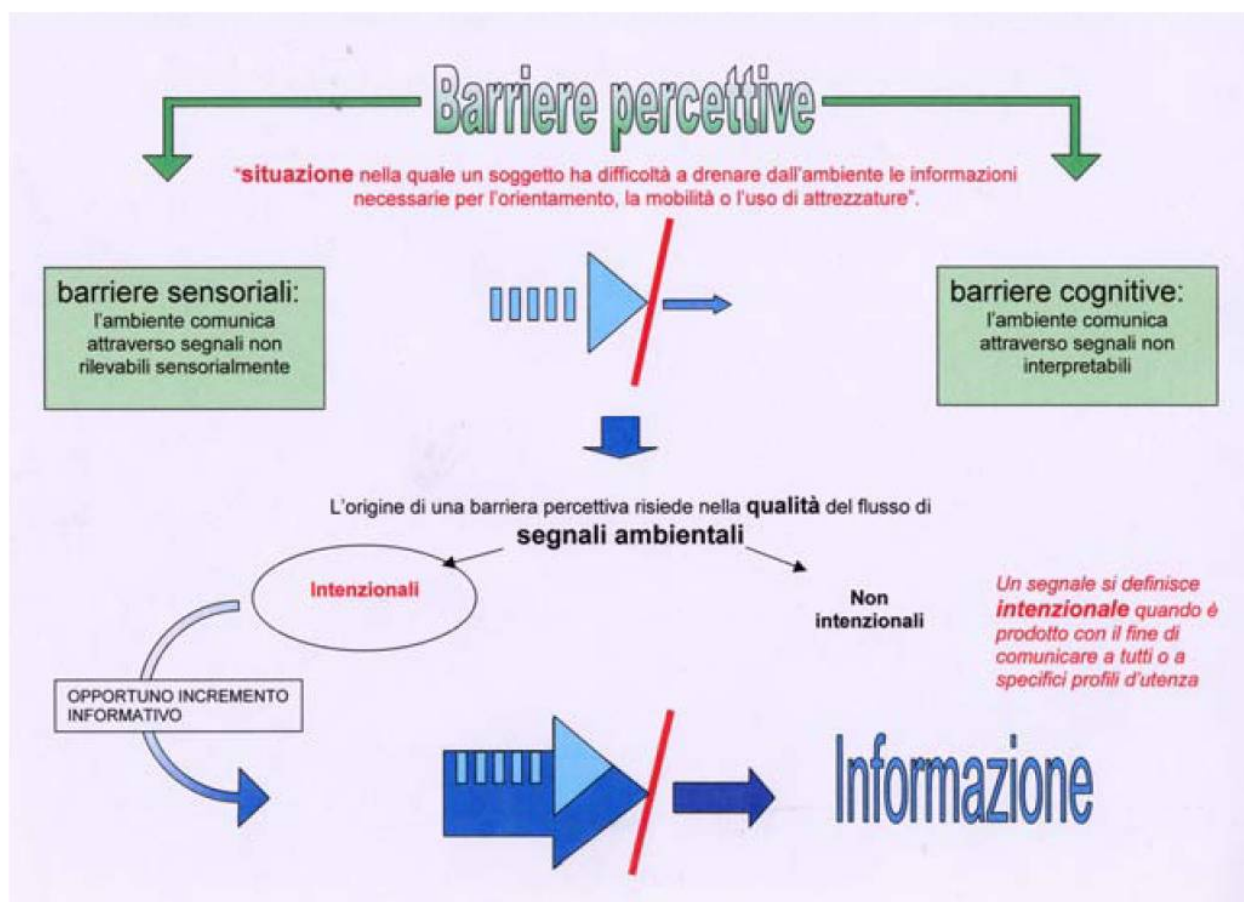


Figura 47 La difficoltà nella ricezione del segnale si genera una barriera sensoriale; la difficoltà nell'interpretazione del segnale genera una barriera cognitiva. Una barriera percettiva, così, può derivare da problemi di ricezione o di interpretazione, o da entrambi.

Le incertezze e le perplessità generate dalla non conoscenza dei luoghi, specie se articolati e complessi, provocano in chiunque un aumento dell'affaticamento fisico e psichico, che in determinati soggetti può trasformarsi in vera e propria ansia. Lo stress e l'ansia determinate dal senso di incompetenza per non essere in grado di trovare la strada, di dover chiedere continuamente informazioni ad altri con la conseguente perdita di autonomia e controllo su ciò che li circonda può essere percepita come esperienza stressante e frustrante tanto da produrre un abbassamento della qualità del camminare.

Gli indizi offerti dall'ambiente costituiscono una modalità informativa che è familiare agli individui, poiché è quella che normalmente le persone usano per dirigere il proprio movimento attraverso l'ambiente costruito e come tale consente di realizzare una mobilità più confortevole e naturale consentendo alle persone di utilizzare i loro naturali strumenti di navigazione¹⁴⁰. Una

¹⁴⁰ Cfr. Daniela Sorana, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale: la progettazione del sistema di informazione di supporto all'orientamento e wayfinding in edifici complessi*, in *Paesaggio Urbano*, nr. 04/00, Maggioli Editori, Rimini, Luglio – Agosto 2000.

conformazione spaziale, la presenza di landmark¹⁴¹, la veicolazione di suoni sono tutte caratterizzazioni degli spazi e dei suoi elementi tecnici che possono fornire le informazioni spaziali-funzionali implicite. In figura 44 è mostrato come una scelta compositiva architettonica può essere in grado di fornire utili informazioni di orientamento e wayfinding in maniera naturale. Si tratta di una conformazione architettonica-spaziale che consente la visibilità della struttura plano-altimetrica dell'intero edificio, la visibilità verso l'esterno dell'edificio e la visibilità diretta degli elementi spaziali e funzionali presenti nell'edificio (anche al piano superiore). Tali caratteristiche architettoniche non hanno, dunque, una loro valenza esclusivamente estetica, ma riescono a fornire all'utente, ad un solo colpo d'occhio, input informativi circa i piani di cui è composto l'edificio, le funzioni che ad ogni piano si svolgono, le condizioni meteorologiche e temporali dell'ambiente esterno, ecc. Nelle successive figure 45 e 46, invece è mostrato come il trattamento cromatico delle superfici di calpestio può dare informazioni relative alle traiettorie da seguire.



Figura 48 Possibili informazioni spaziali-funzionali implicite visive che una determinata conformazione spazio-architettonica può fornire ad un utente che si trova in uno degli elementi spaziali dell'edificio

¹⁴¹ La distinzione tra le aree funzionali ottenuta attraverso i trattamenti cromatici dei rivestimenti, e l'illuminazione, ecc., può aiutare l'utente a mappare le zone come regioni funzionalmente omogenee e allo stesso tempo gli consente di identificare i punti di notevole interesse, quali ad esempio le aree destinate all'attesa, ai servizi indiretti, oppure distinguendo le aree destinate agli utenti da quelle destinate al personale.



Figura 49 Un decoro della pavimentazione può fornire utili informazioni di orientamento e way finding, come ad esempio “la traiettoria da seguire.



Figura 50 Una pavimentazione uniforme e priva di “segni” non è in grado di fornire all’utente alcuna informazione di orientamento e wayfinding.

Ai fini dell’adeguatezza delle informazioni funzionali e spaziali implicite, non bisogna sottovalutare, però, che la vista, pur essendo per molte persone il canale percettivo degli input informativi più importante, non deve essere considerata come l’unica modalità sensoriale attraverso la quale percepire lo spazio. L’udito, il tatto, l’olfatto, se sapientemente stimolati possono rivestire anch’essi un ruolo importante nella percezione dello spazio, come canali percettivi sostitutivi o complementari alla vista. I modelli *mobilità con assente funzionalità visiva ed uditiva*, ad esempio sono capaci di trovare nell’ambiente informazioni alternative agli input visivi, normalmente trascurate da chi vede, ma ugualmente efficaci per svolgere attività di orientamento e wayfinding mentre camminano.

Ad esempio la veicolazione del suono emesso dalle macchinette obliterate in una stazione metropolitana o ferroviaria può essere un’adeguata informazione funzionale e spaziale implicita, poiché l’individuazione della provenienza del suono fornisce l’input per l’identificazione della loro localizzazione e l’eventuale direzione da intraprendere.

Un altro criterio per favorire le informazioni funzionali e spaziali implicite dei percorsi è di rendere permeabili allo sguardo le superfici verso l’esterno o l’interno attraverso bucatore o

trasparenze di pareti o dei soffitti, in maniera da consentire la comprensione dell'orientamento attraverso la vista.

Dagli esempi riportati si evince che uno dei criteri di fondo per restituire adeguatezza delle informazioni funzionali e spaziali implicite è di rendere chiaramente percepibili ed enfatizzare solo quelle informazioni veramente rilevanti ai fini delle decisioni di wayfinding e delle interpretazioni di orientamento, secondo una logica di minimizzazione degli elementi di disturbo, o meglio nascondendo alla percezione quelle informazioni non rilevanti. In questa ottica l'intensità dello stimolo informativo, ottenuto attraverso l'uso di colori e luci appropriate, e la collocazioni strategica degli elementi costituenti informazioni di wayfinding rappresentano attributi fondamentali per facilitare la selezione di certi input informativi a scapito di altri., Ad esempio, collocare degli ascensori ad uso non pubblico a portata di percezione (visibili o percepibili all'udito) è una scelta poco efficace in termini di adeguatezza delle informazioni implicite, viceversa nasconderli alla percezione rappresenta una scelta molto più efficace di qualsiasi segnaletica di divieto.

Alla luce delle considerazioni fin qui condotte, è possibile concludere che l'adeguatezza delle informazioni funzionali e spaziali implicite corrisponde all'efficacia e l'efficienza con cui le variabili fisiche dell'edificio, che costituiscono la sua dimensione architettonico-spaziale, consentono agli utenti di effettuare i processi interpretativi di orientamento e wayfinding.

In ogni caso altri requisiti tecnici, ambientali e funzionali-spaziali incidono sull'adeguatezza delle informazioni ambientali e funzionali implicite e sono:

❖ *Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite*

Pur in presenza di appropriati livelli di adeguatezza delle informazioni ambientali e funzionali implicite la presenza delle informazioni ambientali esplicite, intesa come modalità comunicativa di supporto, specie negli edifici complessi, risulta comunque necessaria.

❖ *Adeguatezza dimensionale dei percorsi*

La scelta di adottare diverse larghezze e lunghezze per i vari percorsi presenti all'interno dell'edificio potrebbe essere strategica al fine di fornire informazioni di orientamento e wayfinding agli utenti. La gerarchizzazione dei percorsi ottenuta attraverso il diverso dimensionamento di larghezze e lunghezze può renderli più distinguibili da un punto di vista funzionale, ad esempio i percorsi dimensionalmente più rilevanti sono considerati dagli utenti come quelli riservati al sistema di circolazione principale.

❖ *Regolarità del percorso e delle superfici di calpestio*

I numerosi cambi di direzione lungo i percorsi, le variazioni di direzioni oblique, ellittiche o comunque diverse dall'angolo retto risultano essere per gli utenti disorientati. Tali condizioni, pertanto, possono mettere in crisi la formazione di una mappa cognitiva dell'edificio nell'utente, che reputerà inefficace l'adeguatezza delle informazioni funzionali e spaziali implicite fornitegli.

Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici¹⁴²

Attitudine degli elementi tecnici a presentare trattamenti superficiali cromatici e di finitura chiaramente e confortevolmente visibili agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità. L'adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici, quali pavimentazioni e pareti verticali, attiene alla capacità del loro trattamento cromatico e di finitura di essere visivamente percepibile e distinguibile dagli utenti e di non generare gli indesiderati effetti dell'abbagliamento e della riflessione.

L'analisi delle diverse abilità sensoriali degli utenti, in particolare quelle relative al canale percettivo-visivo, ha evidenziato come la qualità visiva degli elementi tecnici, in termini di colori e trattamenti superficiali utilizzati, risulta indispensabile al fine di evitare errori di interpretazione delle caratteristiche di quegli elementi tecnici con cui gli utenti si interfacciano durante l'attività del camminare, in particolare i piani di calpestio e le pareti.

In altri termini, dove è richiesta la riconoscibilità immediata di elementi a rischio, l'uso di colori con forti contrasti (chiari/scuri, freddi/caldi) può rappresentare una strategia efficace per ridurre il rischio di caduta. Ad esempio potrebbe favorire la visibilità il segnalare in maniera evidente la presenza di un gradino lungo il percorso attraverso la scelta di materiali/colori diversi tra piano di calpestio e alzata.

¹⁴² Il requisito *adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici* è stato definito facendo riferimento alle definizioni contenute nella norma UNI 10530/97 Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione. Essa è stata elaborata anche in riferimento al requisito di *benessere visivo* riportato nella norma UNI 8087/80 Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti.



Figura 51 La mancanza di variazioni cromatiche tra l'alzata del gradino e il piano di calpestio non consente una buona visibilità del dislivello

È necessario, quindi, che i trattamenti superficiali e cromatici degli elementi evitino ogni effetto *trompe l'oeil* e, contestualmente, non creino eccessivi contrasti se non per segnalare elementi a rischio come le variazioni di livello sulla pavimentazione. I trattamenti cromatici non devono né appiattire i dislivelli, né creare effetti gradino, si pensi ad esempio alle soglie.

Inoltre non sono da sottovalutare, ai fini della sicurezza per scivolamento e inciampo sulla pavimentazione, i fenomeni di abbagliamento e riflessione¹⁴³ determinati dalle caratteristiche di finitura delle superfici. Per tali motivi controllare i coefficienti di riflessione e il colore delle finiture degli elementi tecnici risulta necessario al fine di evitare le illusioni visive provocate dalla riflessione e i disturbi percettivi provocati dall'abbagliamento.

Quando nel campo visivo del soggetto rientra una sorgente luminosa con luminanza elevata rispetto al valore medio riscontrato nell'intorno, si verifica una situazione di disturbo visivo in grado di ridurre la prestazione visiva fino ad arrivare ad una perdita temporanea della visibilità¹⁴⁴. Questo fenomeno è appunto l'abbagliamento ed è definito come quella condizione

¹⁴³ La luce che si propaga attraverso lo spazio quando incontra un materiale d'ostacolo viene parzialmente riflessa ed assorbita dalla superficie, in alcuni casi la luce può anche essere trasmessa attraverso l'ostacolo. I coefficienti di riflessione (r), di assorbimento (a) e di trasmissione (t) forniscono i rapporti rispettivi con la luce di avvenimento in cui è riflessa, assorbita e trasmessa da una superficie data. La somma dei tre coefficienti sarà sempre l'unità: $r + a + t = 1$.

Dal punto di vista spettrale, le superfici possono visualizzare il diverso comportamento per le diverse lunghezze d'onda all'interno della zona visibile e la luce bianca può prendere i vari colori sull'oggetto riflesso o trasmesso dalle superfici o dai materiali colorati. Dal punto di vista geometrico, il rivestimento e la struttura interna dei corpi possono influenzare alla geometria della trasmissione o della riflessione. Nel caso della riflessione o della trasmissione diffusa pura, la distribuzione risultante della luce è tale che la luminosità L della superficie, osservata da qualunque direzione, è costante.

¹⁴⁴ La funzione visiva dell'adattamento consiste nella capacità dell'occhio di codificare la sensibilità alla luce e di modificare l'apertura della pupilla. Quando l'individuo è in un ambiente il suo occhio si adatta alla luminosità media ivi presente, se, però, nel suo campo visivo improvvisamente si ha una elevata variazione della luminosità, il processo di accomodamento non avviene subito e il soggetto subisce l'abbagliamento.

visiva in cui si verifica la riduzione della capacità o l'impossibilità di vedere oggetti significativi¹⁴⁵. Il fenomeno dell'abbagliamento così descritto può essere determinato, oltre che dalle caratteristiche dell'illuminazione ambientale, anche dalle finiture delle pavimentazioni e delle pareti. Finiture lucenti, ad esempio, amplificano la possibilità che le superfici verticali e orizzontali in particolari condizioni di illuminazione¹⁴⁶ possano determinare bagliori indesiderati agli utenti.

Analogamente, il trattamento di finitura della pavimentazione può generare diversi coefficienti di riflessione del fascio luminoso che riflette su di essa, e creare quei giochi di luce/ombra determinanti nella produzione di illusioni della percezione visiva.

Tuttavia tali parametri sono fortemente condizionati non solo dalle finiture delle superfici orizzontali e verticali ma anche dalle caratteristiche del fattore ambientale *illuminazione*.



Figura 52 In figura è mostrato un esempio del fenomeno dell'abbagliamento determinato dalla posizione delle finestre e dal trattamento superficiale della pavimentazione

¹⁴⁵ La letteratura individua due forme di abbagliamento.: l'abbagliamento perturbatore (*disability glare*), che impedisce la visione di oggetti o dettagli, senza necessariamente provocare discomfort, e l'abbagliamento molesto (*discomfort glare*), che causa discomfort senza necessariamente impedire la visione di oggetti e dettagli. C. Aghemo, B. Piccolo, analisi delle condizioni illuminotecniche nei luoghi di lavoro, in G Ital Med Lav Erg, 2004.

¹⁴⁶ Con l'illuminazione naturale la fonte luminosa cambia posizione e intensità nell'arco della giornata e può generare sulle superfici su cui si riflette quei contrasti di luminanza non voluti ai fini dell'abbagliamento.



Figura 53 La presenza di riflessi della luce sulla pavimentazione determina su di essa giochi di luce/ombra ed “effetto macchie” che potrebbero creare disturbi percettivi nell’utente.

Nell’elemento spaziale mostrato in figura il coefficiente di riflessione della superficie di calpestio non è adeguato al tipo di illuminazione o viceversa è l’illuminazione a non essere adeguata al tipo di rivestimento della pavimentazione

La qualità visiva degli elementi tecnici è anch’essa condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette tale qualità:

❖ *Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*

La progressiva rimozione dello strato più superficiale del rivestimento della pavimentazione causato da una resistenza meccanica superficiale non adeguata ai livelli d’usura di esercizio può modificare i coefficienti di riflessione e i colori delle stesse.

❖ *Resistenza alle macchie e agli agenti chimici della pavimentazione*

Analogamente la presenza di macchie e dei processi abrasivi determinati da una resistenza alle macchie e agli agenti chimici non adeguata al contesto d’uso, modificandone l’aspetto estetico, ne modifica la qualità visiva.

Adeguatezza dimensionale dei percorsi¹⁴⁷

Capacità dei percorsi/ambienti di garantire traiettorie sufficientemente dimensionate rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti.

L’adeguatezza dimensionale dei percorsi attiene alla loro larghezza e lunghezza.

¹⁴⁷ Il requisito di *adeguatezza dimensionale dei percorsi* è di nuova definizione. Tra i requisiti attinenti l’attitudine dei percorsi ad essere per larghezza e lunghezza adeguati alle diverse modalità di deambulazione si citano i concetti di *accessibilità* e *adattabilità* definiti nel D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche, in particolare art. 2 punto G e I.

Il requisito di adeguatezza dimensionale dei percorsi deriva dalle differenziate esigenze di mobilità degli utenti degli edifici pubblici. Si è potuto constatare attraverso l'analisi dei modelli di mobilità come alcuni di essi hanno un ingombro fisico maggiore rispetto ai moduli standard definiti dai manuali per il dimensionamento delle larghezze di spazi e accessi.

Normalmente la letteratura e normativa tecnica edilizia considerano l'adeguatezza dimensionale dei percorsi solo in funzione del parametro larghezza e in funzione delle esigenze di coloro che hanno disabilità fisico-motorie, in particolare alle persone su sedia a ruote e alle persone che deambulano con l'ausilio di bastoni. Tale concezione tende, però, a trascurare che non solo chi presenta disabilità fisico-motorie ha un ingombro fisico maggiore rispetto al cosiddetto *uomo standard*, ma soprattutto che anche le lunghezze dei percorsi, se eccessive, possono determinare affaticamento e diventare non accessibili¹⁴⁸. Non tutti gli individui infatti, sono in grado di sostenere tragitti molto lunghi sia dal punto di vista fisico che emotivo. Nel paragrafo 1.1 si è detto che in genere gli individui vedono *i percorsi come costituiti solamente da due punti: l'inizio e la fine e reputano privo di interesse il tratto intermedio, sicché l'unico obiettivo è arrivare, meglio se in tempi brevi*. Ciò significa che in linee generali gli utenti dei luoghi pubblici, a prescindere dalle condizioni fisico-motorie, sensoriali e comportamentali che caratterizzano la loro deambulazione, preferiscono percorrere gli spazi per brevi step¹⁴⁹, piuttosto che essere costretti a camminare per lunghi tragitti tutti di un fiato, al fine di raggiungere un determinato posto.



Figura 54

¹⁴⁸ Per accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia. Definizione tratta dal D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche, in particolare art. 2 punto G.

¹⁴⁹ In genere, un percorso lungo interrotto da un congruo numero di cambi di direzione, ad esempio, fornisce la sensazione di essere più breve di un percorso, parimenti lungo, ma assolutamente privo di cambi di direzione.

L'immagine mostra come un percorso caratterizzato da una elevata lunghezza e privo di un congruo numero di cambi di direzione può fornire la sensazione di essere interminabile.

Relativamente alla larghezza dei percorsi, determinarla in funzione della disabilità significa trascurare la variabilità e diversità della componente umana e proporre la questione in termini negativi, secondo un approccio specialistico, limitato e stigmatizzante, poiché contrappone le soluzioni per la disabilità alle soluzioni considerate *normali*. L'analisi dell'utenza condotta al paragrafo 2.1 ha dimostrato come anche i fattori comportamentali, e non solo quelli fisico motori, possono determinare ingombri di utenza maggiori rispetto *all'uomo standard*, si pensi ad esempio a chi si sposta trasportando pesi/bagagli con o senza ruote (persone con trolley, mamme con passeggini, donne con borse della spesa), nonché a chi cammina con passo veloce/sostenuto e necessità di non scontrarsi con gli altri utenti.

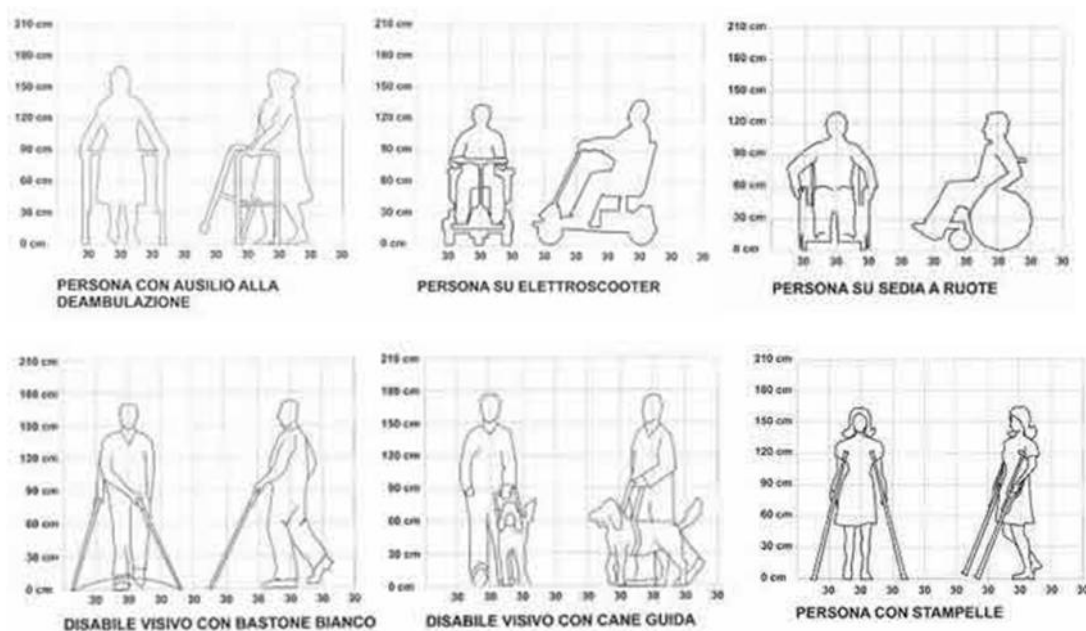


Figura 55 Diverse esigenze dimensionali in funzione delle diverse capacità motorie e sensoriali



Figura 56 Diverse esigenze dimensionali in funzione dei diversi comportamenti

Nello specifico caso degli edifici pubblici, inoltre, il dimensionamento (larghezza e lunghezza) di spazi/percorsi deve tener conto non solo delle singole esigenze di mobilità degli individui ma

anche dei volumi dei flussi di utenza che vi si muovono contemporaneamente in uno stesso percorso. Ciò comporta la necessità di conoscere qual è la destinazione d'uso dell'edificio al fine di considerare i tipi di attività che in esso vi si devono poter svolgere, nonché quali sono le strumentazioni necessarie per l'erogazione e fruizione del servizio. Spesso accade che in tali edifici vi sia la necessità d'uso di strumentazioni particolari che impongono delle larghezze adeguate, si pensi ad esempio agli ospedali dove devono poter circolare le barelle, le sedie a ruote o macchinari e strumentazioni per terapie e analisi, oppure alle stazioni per il trasporto (aeroporti, stazioni ferroviarie, portuali e metropolitane, ecc.) dove devono poter transitare carrelli, macchine elettriche per il trasporto di persone o bagagli, ecc.

In tali specifici contesti parlare di adeguatezza dimensionale dei percorsi significa dimensionare gli ambienti/percorsi rispetto alle esigenze degli utenti e del servizio.

In ogni caso l'adeguatezza dimensionale dei percorsi attiene alla possibilità dei percorsi di avere *larghezze tali da garantire a tutti la mobilità e l'inversione di marcia*, da permettere il *passaggio contemporaneo di almeno due persone* ed il *facile accesso alle unità ambientali da essi servite*¹⁵⁰.

Inoltre i percorsi devono avere lunghezze moderate per garantire a qualsiasi utente una mobilità sostenibile, cioè senza eccessivi dispendi di energie fisiche ed emotive. A tale proposito i tratti di collegamento tra unità funzionali non dovrebbero essere particolarmente lunghi, o comunque l'edificio dovrebbe offrire agli utenti l'opportunità di poter scegliere percorsi più brevi o più lunghi per raggiungere un posto a seconda delle proprie possibilità/capacità personali. Lo stato d'ansia che una distanza reputata troppo lunga da percorrere può generare nelle persone ha ripercussioni sulla deambulazione e sulla capacità di controllare i movimenti e l'equilibrio.

Il parametro *lunghezza* dei percorsi è, tuttavia, molto difficile da controllare, poiché spesso gli edifici per servizi, in virtù delle funzioni che al suo interno si devono poter svolgere, devono avere un'estensione molto grande. In tali circostanze non è possibile limitare le lunghezze dei collegamenti orizzontali per adeguarli alle esigenze degli utenti, poiché la logica dell'esigenza del servizio vince su quella dell'uomo.

Bisogna, inoltre, osservare che la lunghezza di un percorso è sì un parametro oggettivo caratterizzato da una sua unità di misura che ne determina l'entità (metro, chilometro, miglia, ecc.), ma può essere letta anche come parametro soggettivo. Ogni individuo infatti percepisce le

¹⁵⁰ Cfr. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche, in particolare art. 4 punti 4.1.9, 4.1.10 e 4.2.1.

lunghezze indipendentemente dalla sua reale entità numerica ma rapportandole alle proprie abilità fisico-motorie, alle personali motivazioni d'uso di uno spazio o al proprio carattere. Un chilometro di distanza da percorrere a piedi può essere breve per alcuni individui e lungo per altri. Si pensi a come percepiscono la lunghezza di un percorso coloro che hanno maggiore facilità all'affaticamento o coloro che per la fretta hanno i minuti contati per percorrere un certo spazio. Per tali individui, nonostante da un punto di vista oggettivo la lunghezza del percorso non è umanamente eccessiva, sarà *sentita* (percepita) come troppo lunga. Ciò significa che a medesime lunghezze di percorsi corrispondono diverse percezioni di lunghezze da parte dei diversi individui o dalla stessa persona ma in momenti diversi. Può capitare che la stessa persona reputi lungo un tragitto in un determinato momento nonostante lo stesso gli sia sembrato breve il giorno prima, sol perché lo aveva percorso chiacchierando con un'amica. Ognuno di noi dunque può avvertire sensazioni più o meno diverse rispetto alle lunghezze delle distanze da percorrere poiché diverso è l'impegno fisico ed emotivo che ognuno di noi è disposto o può approfondire nei vari momenti della nostra giornata.

Tali considerazioni scaturiscono da valutazioni di carattere esclusivamente esperienziale. Tuttavia la condivisione di questa riflessione può consentire di attribuirgli se non un valore scientifico almeno una certa veridicità. A tutti noi sarà capitato nella vita di camminare, soprattutto per strada, in tratti desolati, senza persone e privi di qualsiasi attrattiva come negozi, architetture monumentali, scorci panoramici, e dopo cinque minuti di cammino aver provato la sensazione di aver percorso tanti chilometri pur avendo percorso nella realtà soltanto 50 metri. Così come, viceversa, di aver camminato in spazi ricchi di stimoli visivi, tattili, acustici, olfattivi ed emozionali e pur avendo percorso 500 metri ci è sembrato di aver camminato per pochissimi metri.

Alla luce di tali considerazioni, soddisfare il requisito di adeguatezza dimensionale dei percorsi può anche significare dare *sensazione* di percorsi brevi pur se in termini oggettivi non lo sono. Quando la necessità di erogazione del servizio impone la presenza di percorsi lunghi è necessario che questi posseggano anche altri requisiti, che, seppure non riducono fisicamente le lunghezze dei percorsi, almeno offrono all'utente la sensazione di essere veloci da percorrere e poco faticosi. Si tratta di quei requisiti che sono stati definiti come *disponibilità di ... lungo i percorsi*, cioè quei requisiti relativi all'attrezzabilità dei percorsi di aree di sosta, di sostegni fissi, di attrezzature mobili e attrezzature di svago, in grado di stimolare e sostenere positivamente l'utente quando è costretto a percorrere distanze oggettivamente lunghe.

Questo significa che qualora non sia possibile realizzare dei percorsi brevi a causa della tipologia dell'edificio e delle funzioni che in esso vi si devono poter svolgere il ricorso ai requisiti di disponibilità di attrezzature varie lungo il percorso può in qualche maniera risolvere il problema delle loro lunghezze.

Risulta evidente come l'adeguatezza dimensionale dei percorsi sia fortemente condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette tale qualità.

I requisiti tecnici, ambientali e funzionali-spaziali che incidono sull'adeguatezza dimensionale sono:

❖ *Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio*

L'*adeguatezza dimensionale dei percorsi*, soprattutto per quanto concerne le lunghezze, è fortemente condizionata dal requisito di *adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio*. Se, infatti, i tratti da percorrere o le rampe presenti lungo il percorso presentano piani di calpestio con pendenze elevate o se il piano di calpestio è una rampa di scale molto irta, la fatica impiegata dall'utente nel percorrere tali spazi influenza negativamente la sua personale percezione di adeguatezza dimensionale. Infatti, come già ampiamente osservato nel corso della definizione del requisito di adeguatezza dimensionale, la percezione di comfort e comodità rispetto alle lunghezze dei percorsi, a prescindere dalla effettiva *misura* di questi, è direttamente proporzionale alla fatica fisica e psichica impiegata dagli individui nel percorrere tali lunghezze. Per tali motivazioni si ritiene opportuno considerare che il requisito di adeguatezza dimensionale dei percorsi potrebbe non soddisfare gli utenti, nonostante la determinazione dei parametri adeguati secondo norma alle loro esigenze, se non si verificano contestualmente le condizioni di adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio.

❖ *Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite*

L'*adeguatezza delle informazioni spaziali funzionali implicite* rappresenta un altro requisito dei percorsi che condiziona fortemente quello di adeguatezza dimensionale dei percorsi. La possibilità offerta dalla conformazione spaziale di fornire all'utente adeguate informazioni circa l'orientamento ed il wayfinding, favorisce in esso la possibilità di formarsi delle mappe cognitive circa i tratti da dover percorrere e farsi quindi un'idea, pur se approssimativa, di quanto spazio deve percorrere per raggiungere un obiettivo. Conoscere a priori quanto è lungo il cammino da svolgere rende l'utente più predisposto anche a percorrere tratti più lunghi. La possibilità ad esempio di intravedere dalla posizione di partenza il punto d'arrivo fornisce la sensazione che i percorsi siano più brevi, perché più controllabili cognitivamente dall'utente. Viceversa il non vedere il punto d'arrivo del proprio percorso, così come il non riuscire a capire a priori

attraverso la conformazione spaziale dell'edificio quanto è lungo il tratto da percorrere non fornendo utili informazioni di wayfinding, potrebbe condurre l'utente ad immaginare di dover percorrere lunghi tratti e desistere nell'intraprendere quella direzione se non particolarmente motivato nell'uso di quello spazio. Secondo la stessa logica, *sbagliare la strada*, a causa di mancanza di informazioni spaziali e funzionali implicite, ed essere costretto a ripercorrere per più volte avanti e dietro gli stessi percorsi nella speranza di trovare la giusta direzione, fornisce all'utente la sensazione che i percorsi siano troppo lunghi e quindi dimensionalmente inadeguati.

❖ *Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite*

La dipendenza del requisito di adeguatezza dimensionale dei percorsi a quello di adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite segue le stesse logiche e motivazioni già espresse sopra per il requisito di adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite. Infatti, la possibilità offerta dalla segnaletica di consentire all'utente di farsi un'idea a priori su quanti metri dovrà percorrere per raggiungere il suo obiettivo lo rende maggiormente consapevole e predisposto ad affrontare le lunghezze. Percorrere un tratto per raggiungere un determinato posto, partendo dall'idea di dover camminare per poco tempo, può suscitare sensazioni che il percorso sia lunghissimo, poiché mentalmente non si era preparati all'effettiva lunghezza del percorso.

❖ *Disponibilità di attrezzature per la sosta lungo il percorso*

Anche la disponibilità di attrezzature per la sosta condiziona l'adeguatezza dimensionale dei percorsi. La possibilità offerta dai percorsi agli utenti di riposarsi di tanto in tanto, rende ad essi, i percorsi meno faticosi e per questo percettivamente meno lunghi. Coprire le lunghe distanze per step piuttosto che tutte di un fiato genera nelle persone la sensazione che i percorsi, tutto sommato, non sono particolarmente lunghi.

❖ *Disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi*

La possibilità di utilizzare scale mobili, tapis roulant, ascensori presenti lungo i percorsi, rende l'attività di camminare degli utenti, qualsiasi sia la condizione fisico-motoria, sensoriale e comportamentale in cui si trova, sicuramente più sostenibile e cioè maggiormente adeguata dal punto di vista dimensionale alle proprie caratteristiche ed esigenze. Ne deriva che il requisito di adeguatezza dimensionale dei percorsi è soddisfacente per gli utenti se si verifica contestualmente la disponibilità di attrezzature mobili lungo il percorso.

❖ *Disponibilità di sostegni fissi lungo i percorsi*

Un ulteriore requisito fortemente condizionante l'adeguatezza dimensionale è appunto la disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso. Infatti, la disponibilità di corrimano, balaustre o

comunque appigli fissi lungo il percorso che aiutano e sostengono nei momenti di necessità l'equilibrio degli utenti consente agli stessi di sentirsi più sicuri durante la deambulazione e quindi di non avvertire particolarmente la fatica e la sensazione continua di poter cadere. Tali fattori fisici e psichici sono estremamente condizionanti la percezione cognitiva che l'utente si fa delle dimensioni dei percorsi.

❖ *Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso*

La possibilità di camminare per lunghi tratti ricevendo dal percorso positivi stimoli sensoriali ed emotivi può rendere il cammino più sostenibile agli utenti. Trovare interessante uno spazio e cioè non annoiarsi mentre lo si percorre può consentire all'utente di coprire anche lunghe distanze senza avvertire la fatica fisica e psichica e riuscire a reputare breve anche un percorso che per sua *misura* è lungo. Pertanto il requisito di adeguatezza dimensionale è condizionato anche dalla caratteristica di spazi e percorsi di disponibilità di attrezzature di svago e commercio.

❖ *Regolarità del percorso e dei piani di calpestio*

La regolarità del percorso è l'ultimo requisito che, secondo questa trattazione, influenza l'adeguatezza dimensionale dei percorsi. Nello specifico, tale requisito entra in gioco nella misura in cui l'assenza di ostacoli di qualsiasi natura (pali, pilastri, segnaletiche, sedute, fioriere, ecc.) lungo le traiettorie di marcia consente di non ridurre le larghezze dei percorsi. Un corridoio, ad esempio, pur se caratterizzato da una distanza tra le pareti che lo delimitano idonea alle esigenze di mobilità dell'utente, potrebbe non essere dimensionalmente adeguato se tale larghezza viene interrotta dalla presenza di ostacoli o ingombri.

Inoltre non bisogna sottovalutare che l'irregolarità nell'andamento dei percorsi determinata da variazioni di direzione continue e in congruamente numerose, oltre a generare un effetto labirinto, con conseguente perdita da parte dell'utente delle informazioni di orientamento e wayfinding, determina soprattutto la sensazione di star camminando da molto tempo e quindi di essere in presenza di percorsi molto lunghi.

Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio¹⁵¹

Capacità dei piani di calpestio di garantire morfologie e andamenti altimetrici dimensionati rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti, nonché lo smaltimento delle acque.

¹⁵¹ Il requisito di *adeguatezza morfologica ed altimetrica dei piani di calpestio* è di nuova definizione. Tra i requisiti attinenti l'attitudine dei piani di calpestio ad essere per andamento altimetrico adeguati alle diverse modalità di deambulazione si citano i concetti di *accessibilità* e *adattabilità* definiti nel D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche, in particolare art. 2 punto G e I.

L'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio attiene alle loro caratteristiche altimetriche, quali ad esempio le pendenze di rampe inclinate, scale e piani di calpestio orizzontali, alla morfologia di pedate ed alzate dei gradini e alla possibilità di superamento di dislivelli presenti sulla pavimentazione.

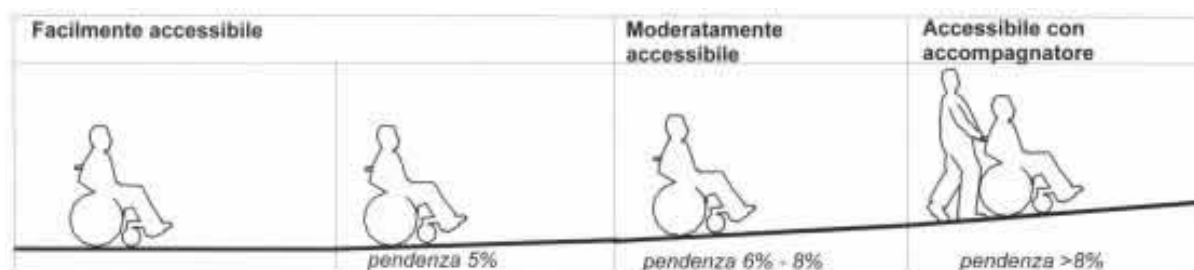


Figura 57 Livelli di qualità percepita e livelli di pendenza dei piani di calpestio inclinati

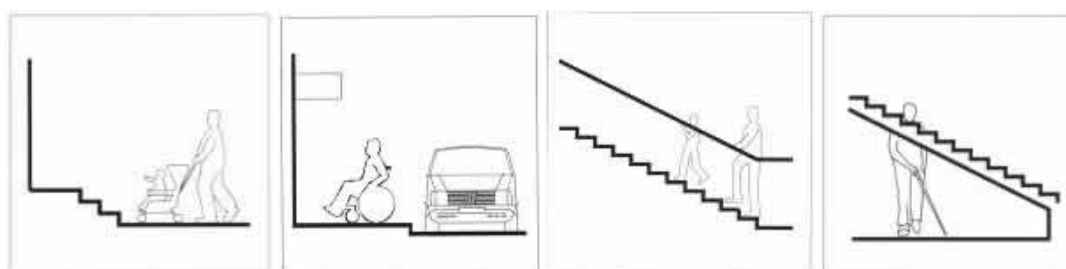


Figura 58 Variazioni altimetriche dei piani di calpestio

Camminare su superfici piane, piuttosto che pendenti, è sicuramente la condizione preferita dagli individui, qualsiasi siano le loro caratteristiche fisico-motorie, sensoriali e comportamentali. Le variazioni altimetriche sui piani di calpestio rappresentano per gli utenti momenti critici degli spazi, durante l'attività del camminare, soprattutto per coloro i quali presentano mobilità alterate a causa delle intervenute modificazioni fisico-motorie, sensoriali e comportamentali. Si è potuto riscontrare, infatti, attraverso l'analisi dei modelli di mobilità, come la paura di poter cadere, la riduzione o assenza della funzionalità visiva, o ancora la difficoltà nell'articolare normalmente i passi e la maggiore facilità all'affaticamento necessitano di ambienti che esprimano segni e stimoli confortanti, nonché dimensionamenti adeguati alle diverse possibilità di deambulazione. Il salire e scendere rampe e scale richiede particolare attenzione e concentrazione da parte di chi deve superarle, poiché tali elementi tecnici sono spesso visti dagli individui come i più pericolosi, poiché maggiormente predisponenti alla caduta per scivolamento e inciampo, oltre che meno confortevoli e comodi in termini di fatica impiegata nel percorrerli.

Al fine di ridurre il rischio di caduta sulla pavimentazione e la fatica fisica e psichica che gli utenti devono impegnare nell'affrontare le variazioni altimetriche dei piani di calpestio, è necessario, quindi, che queste variazioni siano per morfologia e dimensionamento adeguate alle differenziate esigenze degli utenti.

I parametri che determinano l'adeguatezza morfologica e altimetrica dei percorsi sono relativi, appunto alle pendenze di discese e salite di scale e rampe, alle dimensioni e forme di pedate e alzate dei gradini e al profilo dei gradini. Le scale e le rampe, soprattutto in discesa, ad esempio, hanno una notevole responsabilità qualitativa e quantitativa negli infortuni per cadute. Se il movimento di salita e discesa è affaticato o messo in pericolo dalle dimensioni inadeguate di alzata e pedata dei gradini o dalla elevata pendenza della discesa è più facile che gli utenti vi scivolino o vi inciampino. Allo stesso modo se, per la morfologia conferita ai gradini, il piano della pedata è eccessivamente sporgente rispetto al filo dell'alzata si favorisce il rischio di inciampo dell'utente in essi. Così come una pedata di forma irregolare e per dimensione inadeguata ad un appoggio stabile e totale del piede su di essa non restituisce condizioni di sicurezza nell'incedere all'utente. Infine, arrotondare gli spigoli dei gradini è buona norma per ridurre, in qualche modo, le conseguenze dell'eventuale caduta.

Pur se apparentemente distante dal problema della qualità del camminare, quando si parla del requisito di adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio, ci si riferisce anche alle pendenze dei piani di calpestio orizzontali, necessarie per lo smaltimento delle acque meteoriche. Seppure l'ambito applicativo della ricerca è relativo agli edifici per servizi e cioè alla mobilità negli ambienti chiusi, è pur vero che spesso la complessità dell'articolazione planimetrica di tali edifici comporta la presenza di alternanza di percorsi al chiuso e parzialmente all'aperto. In tale ottica l'eventuale presenza di percorsi e corridoi esposti parzialmente alle condizioni atmosferiche deve essere controllata ai fini della qualità del camminare, attraverso la definizione di pendenze adeguate allo smaltimento delle acque meteoriche. Infatti la mancanza di deflusso dell'acqua piovana sulla superficie incide sulla formazione di un film liquido tra la suola della scarpa e la superficie di calpestio, contribuendo a modificare le condizioni di attrito radente (suola/superficie) durante l'attività di deambulazione.

Dalle osservazioni fin qui condotte risulta, dunque, evidente che l'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio è anch'essa fortemente condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali può compromettere tale qualità.

❖ *Disponibilità attrezzature mobili lungo il percorso*

La disponibilità di attrezzature mobili lungo il percorso, come ascensori, tapis roulant, servo scala, ecc., risulta indispensabile ai fini della possibilità del superamento di dislivelli presenti sul percorso, soprattutto per quei modelli di mobilità che sono totalmente impossibilitati o maggiormente a rischio caduta e affaticamento nel salire e scendere le scale. Si pensi ad esempio ai modelli *mobilità con sedia a ruote* o *con pesi con ruote*. In tali circostanze l'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio necessita di essere coadiuvata da quest'ulteriore requisito al fine di consentire almeno il livello di efficacia dell'attività del camminare.

❖ *Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso*

La ridotta capacità a mantenere l'equilibrio, la difficoltà di articolazione del passo, le difficoltà visive, la paura di cadere sono i modi di mobilità dell'utente maggiormente incidenti sul rischio di caduta per scivolamento e inciampo sulla pavimentazione in presenza delle variazioni altimetriche dei piani di calpestio. A coadiuvare le condizioni di adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio, soprattutto quando gli utenti sono chiamati a scendere le scale o a percorrere discese, risulta indispensabile la disponibilità di sostegni fissi, come corrimano, balaustre e piani d'appoggio alle pareti del percorso. Tali attrezzature, infatti, aiutando e sostenendo l'equilibrio degli utenti, consentono agli stessi di sentirsi più sicuri durante la percorrenza di tali specifici piani di calpestio e di non avvertire particolarmente la fatica e la sensazione ricorrente di poter cadere. Ma soprattutto di riuscire ad avvertire la percezione di adeguatezza morfologica e altimetrica del piano di calpestio.

❖ *Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature*

Il requisito di piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature incide sull'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio al pari del requisito che precedentemente si è analizzato. La possibilità offerta agli utenti di avere sostegni fissi caratterizzati dalla piacevolezza tattile che riduce gli effetti lesivi o scabrosi fa sì che questi ultimi possano essere utilizzati come punti di appoggio per sostenere l'equilibrio durante le variazioni morfologiche e altimetriche dei piani di calpestio.

❖ *Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici*

La possibilità di distinguere con chiarezza visiva le variazioni altimetriche dei percorsi, la forma dei gradini, così come l'assenza di effetti di ambiguità dovuti a tagli improvvisi di luce o giochi di luce/ombra sulle superfici inclinate migliora la percezione di adeguatezza morfologica e altimetriche dei piani di calpestio.

❖ *Regolarità del percorso e dei piani di calpestio*

L'adeguatezza delle variazioni altimetriche dei piani di calpestio è fortemente condizionata dalla regolarità del percorso. Un ritmo di alzate e pedate dei gradini variabile durante lo svolgimento di una rampa di scale, la ripetizione di rampe di scale con numeri di gradini sempre differenti, scale a chiocciola, discese e salite con andamenti planimetrici non regolari possono mettere in crisi le condizioni di adeguatezza morfologica e altimetriche dei piani di calpestio ed influenzare negativamente il rischio di caduta nonostante il piano inclinato abbia una pendenza adeguata alle prescrizioni normative.

❖ *Resistenza allo scivolamento della pavimentazione*

Mantenere l'equilibrio mentre si affronta un percorso in discesa è già di per sé operazione ardua per taluni modelli di mobilità, si pensi alle *mobilità con passo alterato, con scarpe con il tacco, con difficoltà a mantenere l'equilibrio*, solo per citarne alcuni. Una superficie di calpestio in pendenza, caratterizzata da una resistenza allo scivolamento non adeguata alle stesse, può condizionare la qualità del camminare in termini di sicurezza e affaticamento dell'utente. La resistenza allo scivolamento della superficie della pavimentazione, pertanto, condiziona fortemente le condizioni di adeguatezza morfologica e altimetriche dei piani di calpestio, poiché li può far apparire più o meno faticosi ai fini del mantenimento dell'equilibrio.

❖ *Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*

Analogamente l'usura dello strato superficiale della pavimentazione provocata da una sua non adeguata resistenza meccanica superficiale ai carichi d'utenza e d'esercizio, può alterare il coefficiente d'attrito delle superfici e di conseguenza condizionare la qualità del camminare in termini di sicurezza e affaticamento dell'utente nei tratti con variazioni altimetriche.

Continuità della texture della pavimentazione¹⁵²

Attitudine del rivestimento della pavimentazione e dei suoi singoli elementi a non presentare considerevoli alternanze di pieni/vuoti sulla superficie. La continuità della texture¹⁵³ della pavimentazione attiene allo spessore e alla profondità delle fughe tra gli elementi costituenti il rivestimento, al trattamento morfologico della superficie dei singoli elementi del rivestimento

¹⁵² Saranno specificati i riferimenti normativi da cui si è desunto il requisito

¹⁵³ *Texture*. Prendere definizione di Prof Caturano Definizione tratta da Wikipedia. Nel campo tessile indica un trattamento compositivo grafico nel quale i segni visivi sono disposti in modo tale da formare una superficie equilibrata nell'alternanza di pieni e vuoti, disegno e fondo, ma che non crea alcuna profondità. In ambito grafico e fotografico una texture è una immagine che viene utilizzata come fondino per dare un effetto particolare, solitamente di simil-ruvido.

(rilievi, zigrinature, ecc.) e alla qualità dell'integrazione con le parti riparate (continuità fisico-materica tra gli elementi riparati e quelli in essere).

Il requisito di continuità della texture risponde a quelle esigenze di qualità del camminare di coloro i quali per caratteristiche fisico-motorie o comportamentali sentono forte la necessità durante la deambulazione che la superficie della pavimentazione non opponga particolare resistenza al trascinamento dei piedi o delle ruote di strumenti ed ausili¹⁵⁴. Analogamente risponde all'esigenza di evitare che le punte delle superfici ridotte su cui grava il peso del corpo di alcuni modelli di mobilità possano impigliarsi in intercapedini presenti sulla superficie della pavimentazione¹⁵⁵.

Controllare la continuità della texture, dunque, significa verificare la continuità delle alternanze di pieni e vuoti sia tra i singoli elementi costituenti la pavimentazione, che su ognuno di essi.

Pertanto, ai fini di tale requisito, grosso peso assume il dimensionamento, in termini di larghezza e profondità, delle fughe eventualmente presenti tra gli elementi costituenti il rivestimento delle pavimentazioni. Fughe troppo profonde e troppo larghe interrompono la continuità della texture della pavimentazione incidendo non solo sul rischio di inciampo, ma offrendo discomfort nella deambulazione, poiché possono ostacolare e opporre resistenza al comodo trascinamento di piedi e ruote, nonché favorire l'impiglio di superfici ridotte che gravano sulla pavimentazione come tacchi e punte di bastoni.

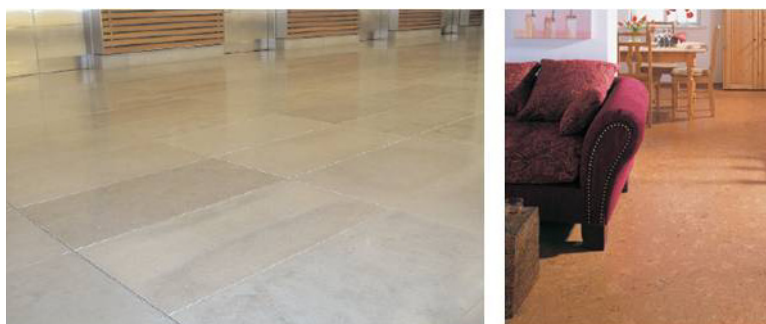


Figura 59 Alcuni esempi di pavimentazione caratterizzata da continuità della texture

Analogamente, la scelta di singoli elementi costituenti la pavimentazione caratterizzati da una texture a rilievo, si pensi ad esempio ai codici tattili o ai rivestimenti scanalati che conferiscono

¹⁵⁴ Si vedano, a tale proposito, le andature dei modelli *mobilità con passo alterato*, *mobilità con sedia a ruote* e *mobilità con pesi/strumenti con ruote*.

¹⁵⁵ Si vedano a tale proposito i modelli (par. 2.5) *mobilità con passo alterato*, *con sedia a ruote*, *con pesi/bagagli con ruote*, *con scarpe con il tacco*, *con bastone-stampella*.

una maggiore resistenza allo scivolamento, devono presentare, ai fini di tale requisito, dimensioni delle alternanze di pieni e vuoti minime¹⁵⁶.

Inoltre, una pavimentazione caratterizzata da continuità della texture implica anche una riparazione ad opera d'arte. Il che significa che le parti di pavimentazione riparate devono integrarsi da punto di vista qualitativo con quelle in essere. Sostituire gli elementi danneggiati o deteriorati della pavimentazione con elementi di colore e trattamento superficiale diversi dalla pavimentazione in essere interrompe la continuità della texture e condiziona la percezione di sicurezza e comfort dell'utente mentre cammina.

È evidente come la continuità della texture della pavimentazione sia fortemente condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette tale qualità;

❖ *Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione*

Qualsiasi forma di perdita di integrità fisico materica delle pavimentazioni altera, per logica conseguenza, la continuità della sua texture.

❖ *Planarità della pavimentazione*

Alla stessa maniera, superfici caratterizzate dalla non planarità tra gli elementi costituenti la pavimentazione non sono continue dal punto di vista della texture.

❖ *Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione*

La presenza di macchie collose, in rilievo sulla superficie della pavimentazione e la difficoltà o impossibilità nel rimuoverle altera le caratteristiche di continuità della texture della superficie. Analogamente, se i materiali di finitura delle fughe posseggono una resistenza agli attacchi chimici inadeguata alle sostanze potenzialmente presenti sulla pavimentazione è possibile che le fughe si consumino, sgretolino o si deformino invalidando il requisito di continuità della texture.

❖ *Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*

La perdita progressiva dello strato superficiale della superficie della pavimentazione provocata dall'usura per mancanza di adeguatezza della resistenza meccanica superficiale ai carichi d'utenza e d'esercizio, può alterare il dimensionamento delle alternanze di pieni e vuoti delle scanalature presenti sulla pavimentazione, con la conseguente perdita di continuità della sua texture.

Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione¹⁵⁷

¹⁵⁶ Tuttavia scanalature strette per le pavimentazioni non sono adeguate al requisito di resistenza alle macchie, poiché non consentono facili operazioni di rimozione dello sporco.

Mantenimento di un'adeguata conservazione, durante la vita di esercizio della pavimentazione, delle sue caratteristiche fisico-materiche. L'integrità fisico-materica attiene alle caratteristiche di ancoraggio degli elementi del rivestimento sul supporto, alla mancanza sul rivestimento di crepe, buchi, distacchi, crolli, scheggiature, avvallamenti ecc., nonché alla conservazione del suo colore.

Una pavimentazione sicura implica anche la conservazione inalterata nel tempo di vita utile delle sue qualità fisico-materiche. Pavimentazioni danneggiate, perché scalfite, non ancorate al sostegno, spaccate, bucate, ecc., aumentano le possibilità di incespicamento, impediscono un efficace ed efficiente scorrimento su di essa delle ruote di pesi trasportati (carrelli, trolley, passeggini, ecc.) o di ausili per la deambulazione (ad esempio della sedia a ruote). Inoltre, rendono precario e meno saldo l'appoggio dei piedi sulla superficie durante *la fase di stance* del cammino, nonché riducono la stabilità dell'appoggio di superfici ridotte su di essa, come bastoni, tacchi, ecc..

Le conseguenze di una pavimentazione non integra, dunque, non solo hanno ricadute sulla sicurezza alle cadute per scivolamento ed inciampo degli utenti su di essa, ma compromettono totalmente la qualità del camminare. L'inefficienza che riscontrano gli utenti nel trascinare le ruote di trolley, passeggini, sedie a ruote su pavimentazioni non integre, in termini di maggiore fatica fisica e psichica impegnata, rappresenta anche un problema di comfort e comodità nel camminare.

Inoltre una pavimentazione non integra ha ricadute anche sulla sua possibilità di essere pulita e di poter rimuovere efficacemente quelle sostanze estranee che compromettono l'interazione suola-superficie durante l'attività del camminare.

Risulta evidente che l'integrità fisico-materica della pavimentazione è fortemente condizionata dal rispetto di altri requisiti. Come è ovvio, si tratta sostanzialmente di quei requisiti tecnici di resistenza meccanica della pavimentazione, che, quando non risultano essere adeguati alle sollecitazioni di carico d'utenza e di esercizio, possono compromettere la sua integrità fisica e materica, come:

- ❖ *Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici, resistenza meccanica superficiale, resistenza all'impronta, agli attacchi chimici e alle macchie.*

¹⁵⁷ La definizione del requisito *integrità fisico-materica della pavimentazione* è stato mutuato dal requisito *durabilità*, esplicitato nella norma UNI 11156-1/2006 Valutazione della durabilità dei componenti edilizi. Parte 1. Terminologia e definizione dei parametri di valutazione.

**Figura 60**

In figura è mostrato come una non adeguata resistenza meccanica ai carichi di esercizio può determinare avvallamenti sulla superficie di calpestio. La presenza di tali deformazioni compromette il requisito di planarità delle superfici e di conseguenza quelli di resistenza allo scivolamento e di pulibilità delle superfici.

La figura, infatti, mostra come l'acqua si sedimenta negli avvallamenti formando un film di acqua che, interponendosi tra la suola della scarpa e la superficie potrebbe dar luogo al fenomeno dell'acqua planning.

**Figura 61**

In figura è riportato un esempio di inadeguata aderenza al supporto del rivestimento rispetto ai carichi di esercizio a cui la pavimentazione è sottoposta ed un esempio di pavimentazione danneggiata perché priva di pari di rivestimento. Le conseguenze di tale non conformità sono la perdita di planarità della superficie di calpestio, della sua integrità fisico materica, nonché della sua piacevolezza visiva e tattile.

Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso¹⁵⁸

Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di attrezzature di svago e commercio, che siano in grado di creare attrattiva e interesse nell'utente durante l'attività del camminare.

¹⁵⁸ Il requisito di *disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso* è di nuova definizione. Per la sua definizione si è fatto riferimento in primis al requisito *attrezzabilità* riportato nella norma UNI 8290/1983 parte 2° Edilizia residenziale. Tra i requisiti attinenti l'attitudine dei percorsi ad essere per larghezza e lunghezza adeguati alle diverse modalità di deambulazione si citano i concetti di *accessibilità* e *adattabilità* definiti nel D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche, art. 2 punto G e I, interpretando l'accessibilità in termini emotivi/percettivi.

La disponibilità di attrezzature e svago attiene alla possibilità d'uso di esercizi commerciali, allestimenti di opere d'arte, giochi per bambini, ecc.

La disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso rientra nel più ampio obiettivo della ricerca di assicurare, attraverso la percorribilità di spazi/percorsi, non solo sicurezza agli utenti mentre camminano, ma anche comfort e comodità. Tale obiettivo può, dunque, essere raggiunto anche attraverso la disponibilità negli spazi/percorsi di attrezzature di svago e commercio in grado di fornire positivi stimoli percettivi ed emotivi agli utenti che li percorrono.

La possibilità di camminare ricevendo positivi stimoli sensoriali ed emotivi può rendere il cammino più confortevole agli utenti. Soprattutto negli edifici complessi, come sono appunto il più delle volte gli edifici pubblici, trovare interessante uno spazio, cioè non annoiarsi mentre lo si percorre, può consentire all'utente di coprire anche lunghe distanze senza avvertire particolarmente la fatica fisica e psichica.

L'introduzione all'interno e lungo gli spazi/percorsi di elementi artistici, di sculture, di opere di arte moderna, di attività commerciali costituisce un formidabile mezzo per rendere agli utenti i camminamenti più interessanti, accoglienti e familiari, nonché per migliorare l'uso complessivo dell'edificio pubblico.

Disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi¹⁵⁹

Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di attrezzature, strumenti o impianti mobili che supportano e/o rendono soddisfacente l'attività del camminare.

La disponibilità di attrezzature mobili attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti, di ascensori, scale mobili, tapis roulant, servo scala, piattaforme elevatrici ecc., utilizzabili in maniera flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili.

¹⁵⁹La definizione del requisito *disponibilità di attrezzature mobili lungo il percorso* consiste in una rielaborazione ed ampliamento del requisito *attrezzabilità* riportato nella norma UNI 8290/1983 parte 2° Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. In particolare, per l'esplicitazione del requisito si è tenuto conto dei concetti di *accessibilità* e *adattabilità* riportati nella norma D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche, in particolare art. 2 punto G e art. 3 punto 3.2b.

**Figura 62**

La presenza di tapis roulant lungo il percorso può consentire agli utenti, qualsiasi sia la sua condizione fisico-motoria, sensoriale o comportamentale, di superare le distanze con minor fatica fisica ed emotiva

Le diverse capacità di deambulazione, risultanti dall'analisi dei modelli di mobilità, hanno determinato che, per molti modelli, i percorsi lunghi, la presenza di salite, discese e soprattutto di scale possono rappresentare un rischio per la sicurezza alle cadute per scivolamento e inciampo sulla pavimentazione o addirittura delle vere e proprie barriere fisiche (ad esempio per il modello *mobilità con sedia a ruote*) e psichiche (ad esempio per il modello *mobilità con paura di cadere* - basofobia). L'opportunità per gli utenti, offerta dal costruito, di poter scegliere il percorso meno faticoso e più adeguato alle proprie condizioni di mobilità risulta essere necessaria ai fini della qualità del camminare. Ciò equivale a dire che nell'edificio, nei casi in cui si possano presentare, per variazioni altimetriche dei piani di calpestio o per lunghezze eccessive dei percorsi, condizioni di affaticamento dell'utente, devono essere disponibili attrezzature mobili, intese come quelle strumentazioni di trasporto pedonale meccanico che fungono da supporto alla deambulazione.

Per tali motivazioni tra i requisiti indispensabili a definire la classe della percorribilità si annovera la *disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi*. Si tratta di un requisito non attinente esclusivamente all'efficacia del camminare, così come previsto dalla normativa italiana in materia di accessibilità e abbattimento delle barriere architettoniche, ma piuttosto di una caratteristica dei percorsi in grado di consentire agli utenti, qualsiasi sia la capacità/abilità di deambulazione, di svolgere l'attività del percorrere, oltre che in sicurezza, anche in condizioni di efficienza e soddisfazione.

Disponibilità di attrezzature per la sosta¹⁶⁰

Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di aree attrezzate per la sosta, che siano in grado di supportare l'utente durante lunghi tragitti o durante i momenti di affaticamento. La disponibilità di attrezzature per la sosta attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti di aree attrezzate con sedute, che siano utilizzabili in maniera confortevole, flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili.

Seguendo la stessa logica dei requisiti precedentemente analizzati, ai fini della qualità del camminare, il costruito deve offrire agli utenti l'opportunità di potersi riposare durante il cammino, grazie alla presenza di *aree per la sosta*.

Ciò equivale a dire che lungo i percorsi particolarmente lunghi e in tutti i casi in cui si possano presentare condizioni di affaticamento dell'utente, devono essere disponibili aree attrezzate con sedute e piani d'appoggio per garantire all'utente di riprendere l'energie per poter continuare il cammino lungo il percorso.



Le aree per la sosta, dunque, essendo finalizzate a supportare, momentaneamente e per tempi brevi, l'insorgere di condizioni di affaticamento degli utenti, non sono da intendersi come vere e proprie aree di attesa (quali ad esempio quelle presenti negli aeroporti, nelle stazioni, ecc.), il cui scopo, invece, è quello di offrire all'utente un servizio più ampio, che includa non solo la possibilità di sosta, ma anche di svago e/o di ristoro durante i più lunghi tempi di attesa.

¹⁶⁰ Il requisito di *disponibilità di attrezzature per la sosta lungo il percorso* è di nuova definizione. Per la sua definizione si è fatto riferimento in primis al requisito *attrezzabilità* riportato nella norma UNI 8290/1983 parte 2° Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Successivamente il requisito è stato rielaborato ed ampliato tenendo conto che l'attitudine dei percorsi ad offrire aree e attrezzature per la sosta adeguati alle diverse modalità di deambulazione si citano attiene ai concetti di *accessibilità* e *adattabilità* definiti nel D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche. In particolare all'art. 2 punto G e I e all'art. 8 punto 8.1.11.

Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso¹⁶¹

Attitudine dei percorsi/ambienti ad offrire agli utenti, qualsiasi sia l'abilità o la condizione di mobilità, la possibilità d'uso di sostegni fissi che siano in grado di supportare l'equilibrio dell'utente durante l'attività del camminare.

La disponibilità di sostegni fissi attiene alla possibilità d'uso da parte degli utenti, di corrimano, maniglie, ringhiere, balaustre, transenne, ecc., che per posizione, forma, andamento e materiale siano utilizzabili in maniera flessibile e conformemente alle loro aspettative e variabili.

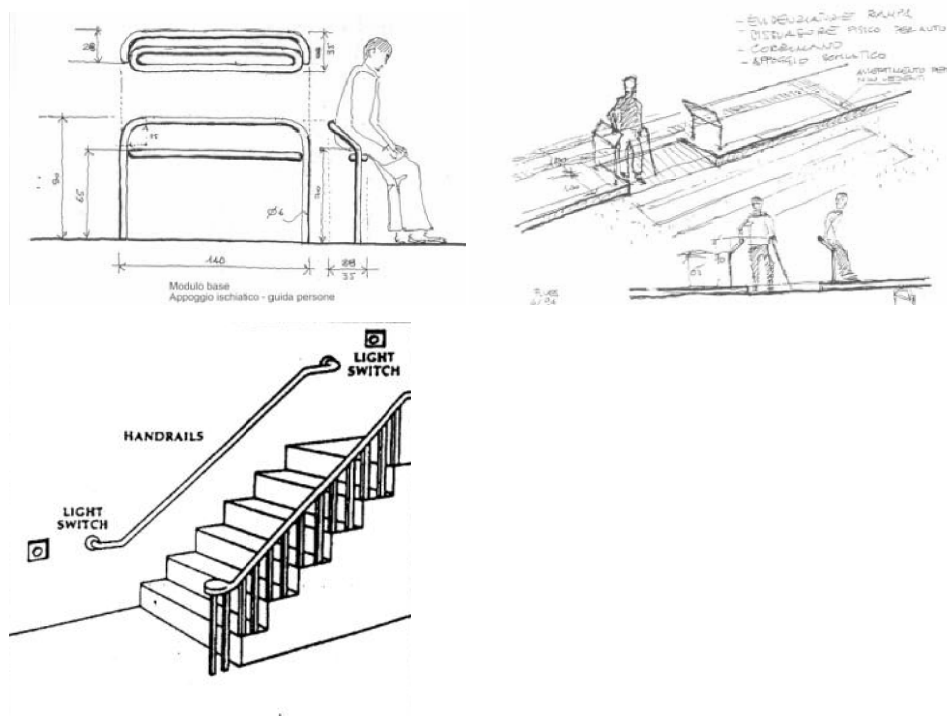
L'analisi condotta sui modelli di mobilità ha evidenziato la necessità, per molti di essi, di ricorrere all'ausilio di sostegni fissi¹⁶² disponibili negli spazi, al fine di sostenere l'equilibrio durante la deambulazione. Si tratta, in effetti, di una necessità particolarmente avvertita nei percorsi lunghi anche con piani di calpestio orizzontali o in presenza di variazioni altimetriche dei piani di calpestio (scale, salite, discese, ecc.). Da tali esigenze, dunque, scaturisce il requisito di disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso, intendendo per essi i corrimano, le balaustre, i maniglioni, i piani d'appoggio, ecc.



Figura 63 La presenza di sostegni fissi lungo il percorso come i corrimano alle pareti, può consentire all'utente di aiutare il proprio equilibrio durante la deambulazione sostenendosi su di essi

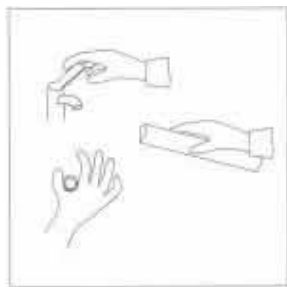
¹⁶¹ La definizione del requisito *disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso* consiste in una rielaborazione ed ampliamento del requisito *attrezzabilità* riportato nella norma UNI 8290/1983 parte 2° Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti; nella norma UNI 8087/1980 Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti e nella norma UNI 7959/1988 Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Analisi dei requisiti.

¹⁶² Per *sostegni fissi* si intendono dei dispositivi protesici, che possono essere installati in forma permanente nell'edificio. In altri termini quegli elementi ausiliari e di supporto all'uomo durante la deambulazione per il sostegno dell'equilibrio, come i corrimano, i piani d'appoggio, i maniglioni, ecc.

**Figura 64**

Alcuni esempi di uso da parte degli utenti dei sostegni fissi lungo i percorsi

Tali sostegni devono, inoltre, poter essere utilizzati in maniera flessibile e conformemente alle aspettative e variabili degli utenti. Ciò equivale a dire che i sostegni fissi devono essere adeguati dimensionalmente e morfologicamente¹⁶³ alla diversa possibilità che hanno gli individui di manipolare ed usare efficacemente ed efficientemente tali dispositivi.



METTI ALTRE IMMAGINI SCANNERIZZATE

Se i sostegni non sono per forma, dimensione e collocazione nello spazio adeguati alle diverse capacità di prensione dei molteplici modelli di mobilità si incorre nel rischio che questi *rifiutino* di servirsi dell'ausilio fisso, esponendosi ad un maggior rischio di caduta sulla pavimentazione.

¹⁶³ In altri termini i sostegni fissi (corrimano, balaustre, transenne, maniglie, ecc.) presenti lungo il percorso, devono essere sufficientemente dimensionate e morfologicamente adeguate rispetto alle diverse abilità/mobilità degli utenti che devono utilizzarle. Tale adeguatezza attiene alle caratteristiche di altezza, lunghezza, spessori, mentre l'adeguatezza morfologica attiene alle caratteristiche di forma, sagoma, profili, ecc.

Per tali motivazioni, i sostegni fissi devono essere collocati ad altezze dal pavimento tali da essere prendibili sia dalle persone più alte, sia da quelle più basse. Ad esempio, la scelta di apporre due corrimano ad altezze differenti da terra può risultare strategicamente efficace. Al contempo i corrimano o i maniglioni a fissi a parete devono essere messi ad una distanza tale dalla parete da evitare che la mano si incastri durante la presa. Anche la forma dei sostegni deve risultare adeguata alle diverse dimensioni delle mani e alle diverse capacità di presa. Risulta quindi indispensabile considerare quale possa essere la sezione del sostegno più adeguata sia per dimensione che per forma ad una comoda e sicura impugnatura. Infine, non bisogna trascurare le tipologie morfologiche delle parti terminali dei sostegni, che potrebbero essere causa di impiglio degli indumenti.

È necessario sottolineare tuttavia che sull'adeguatezza dimensionale e morfologica dei sostegni fissi incide un altro requisito, quale la:

❖ *Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature*

Le temperature troppo fredde o troppo calde dei sostegni fissi, le loro superfici scabrose, ruvide o lesive, così come la percezione offerta di essere fragili o non saldi (effetto fune) infastidiscono e di conseguenza scoraggiano gli utenti a servirsene. Le sensazioni di piacevolezza tattile e visiva che le superfici degli elementi di sostegno fissi riescono a fornire agli utenti risultano determinanti affinché essi possano essere indotti ad usarli in maniera soddisfacente. Ciò equivale a dire che sostegni fissi dimensionalmente e morfologicamente adeguati ma privi di piacevolezza tattile e visiva risultano essere comunque inutilizzabili.

Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature¹⁶⁴

Attitudine degli elementi tecnici e delle attrezzature a presentare trattamenti superficiali che al contatto della mano o dei piedi e alla vista suscitino sensazioni positive nell'utente. In altri termini che siano in grado di produrre sensazioni ed effetti tattili e visivi reali ed apparenti adeguati ai fini del benessere psico-fisico. La piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature attiene alle percezioni tattili di caldo o di freddo e di cariche elettrostatiche, alle

¹⁶⁴La definizione del requisito *piacevolezza tattile delle attrezzature e degli elementi tecnici* consiste in una rielaborazione ed ampliamento del requisito *gradevolezza al tatto*, esplicitato nella norma UNI 8087/80 Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti; del requisito *controllo della scabrosità* definito nella norma UNI 8290/1983 parte 2° Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti e infine del requisito di *non tagliare o graffiare* definito nella norma UNI 8012/1979 Edilizia. Rivestimenti interni ed esterni. Analisi dei requisiti Nel caso specifico il requisito è stato trasferito a tutti gli elementi tecnici e a tutte quelle attrezzature presenti lungo il percorso che rappresentano un ausilio per la deambulazione.

percezioni tattili e visive di scabrosità e lesività, nonché a tutte le percezioni visive di lucentezza, brillantezza, colore, ecc. prodotte dal rivestimento di elementi tecnici e attrezzature.

L'analisi dei diversi modelli di mobilità e lo studio della psicologia della percezione ha dimostrato come i canali dell'apparato percettivo, tatto e vista, seppure posseggono funzionamenti differenti e non paragonabili, hanno un fine comune che consiste nella conoscenza diretta di spazi e oggetti (estetica e sostanziale) prodotta dalle elaborazioni dell'intelletto umano.

Sicuramente, in questo compito cognitivo dell'ambiente costruito che l'utente è chiamato a svolgere quando si interfaccia con esso, il senso della vista, rispetto al senso del tatto, ha un ruolo predominante, poiché è in grado di percepire un numero maggiore e più immediato di informazioni.

La vista, infatti, consente con un solo sguardo di conoscere seppur sommariamente, l'insieme formale di un oggetto o uno spazio, anche da lontano e di discriminare, nell'immediatezza, attraverso un'analisi veloce, i vari particolari degli oggetti: dimensioni, colore, forme, trattamenti superficiali, ecc.

Differentemente il senso del tatto è in grado di classificare differenze qualitative meno numerose e può percepire e conoscere solo quelle cose che sono a "*portata di mano*". Il tatto, dunque, è molto più modesto della vista. Ciò nonostante, il senso del tatto presenta alcune peculiarità che lo rendono unico, poiché riesce a percepire caratteristiche che, semmai, vanno a completare ed arricchire il percepito acquisito con la vista. Si pensi ad esempio alla temperatura degli oggetti, alla loro consistenza, alla loro superficie, ecc.

Quindi, è legittimo sostenere che la sostanziale differenza tra i due sensi consiste nel carattere sintetico della vista ed analitico del tatto.

Nel caso specifico del modello *mobilità con grave/assente riduzione della funzionalità visiva*, le mani si sostituiscono agli occhi, e la percezione totale degli oggetti è affidata completamente al senso tattile delle mani o dei piedi. Tuttavia la registrazione a livello sensoriale delle forme e la produzione, nell'utente, di una *impressione* è la stessa.

Le sensazioni tattili e visive ricevute dalla percezione degli elementi tecnici e delle attrezzature presenti negli spazi, giocano un ruolo fondamentale nell'idea complessiva di gradevolezza che un utente può farsi dei luoghi che vive e di conseguenza sulle condizioni di comfort provate dall'utente mentre li percorre.

In tale contesto si inserisce la necessità che elementi ed attrezzature presenti in spazi/percorsi ed, in special modo, quelli con cui l'utente si interfaccia durante la sua attività di camminare (pavimenti, pareti, corrimano, appigli, piani d'appoggio, ecc.), posseggano piacevolezza tattile e visiva. Le sensazioni tattili e visive possono essere piacevoli o sgradevoli e sono dipendenti, oltre che da fattori strettamente personali (gusti, abitudini, ec.), soprattutto dal tipo di materiale visto o toccato, dalla sua temperatura, dal volume, dalla forma, dal colore, dal trattamento superficiale, nonché dalle informazioni di tipo cognitivo che riescono a fornire. Ad esempio un pavimento con trattamento superficiale lucido può fornire diverse informazioni circa le sue caratteristiche, tra queste l'idea di essere bagnato. Pertanto nel caso specifico delle pavimentazioni quando si parla di *effetti tattili e visivi reali ed apparenti adeguati ai fini del benessere psico-fisico* degli utenti significa appunto che un pavimento lucido, ma nella realtà asciutto e antisdrucchiolevole, fornisce l'effetto apparente di essere bagnato e quindi scivoloso. Una tale informazione fornita dall'elemento tecnico pavimentazione non è adeguato al benessere psicofisico dell'utente, poiché gli trasmette insicurezza nell'incedere e lo induce a modificare la propria postura durante la deambulazione. Allo stesso modo corrimano o appigli per la deambulazione in generale gradevoli al tatto e alla vista, perché scabrosi, ruvidi, troppo freddi, ecc., possono distogliere gli utenti dal loro utilizzo come sostegno per il proprio equilibrio.

Tuttavia le condizioni di piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature è fortemente condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette tali qualità.

I requisiti tecnici, ambientali e funzionali-spaziali che incidono sulla piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature sono:

❖ *Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici*

Superfici lucenti o specchianti dei rivestimenti di elementi tecnici e attrezzature possono creare effetti visivi sgradevoli e fastidiosi, come abbagliamento e riflessione.

❖ *Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione*

La non adeguatezza della resistenza alle macchie o agli attacchi di sostanze chimiche potenzialmente usate nell'edificio e la mancanza di pulibilità della pavimentazione condiziona le sue prestazioni di piacevolezza tattile e visiva.

❖ *Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*

L'usura del trattamento superficiale delle pavimentazioni determinata da coefficienti di resistenza all'abrasione e da durezza non adeguata ai carichi d'utenza e d'esercizio, modifica nel tempo le caratteristiche estetiche visive e tattili della stessa.

Planarità della pavimentazione¹⁶⁵

Attitudine degli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione di giacere sullo stesso piano. La planarità della pavimentazione attiene alla qualità di messa in opera del rivestimento (assenza di dislivelli minimi tra gli elementi costituenti il rivestimento), alla qualità dell'integrazione con le parti riparate e alla qualità dell'integrazione con grigliati, zerbini, percorsi guida, ecc., eventualmente presenti sulla superficie.

Pavimentazioni non complanari, a causa di sconnessioni presenti tra gli elementi costituenti la pavimentazione, di grigliati, zerbini, soglie e percorsi guida non incassati, possono essere motivo di incespicamento degli utenti mentre camminano, specialmente di coloro che presentano mobilità a maggior rischio caduta.



Figura 65

Soglie non incassate rappresentano pericolo di inciampo

Figura 66

La mancanza di planarità tra le parti riparate con i restanti elementi della pavimentazione, altera la planarità della superficie e può rappresentare pericolo di inciampo su di essa degli utenti

Figura 67

Zerbini non incassati rappresentano pericolo di inciampo

L'analisi dei modelli di mobilità infatti ha dimostrato come le alterazioni del passo, la fretta, la distrazione, l'uso di appoggi con superfici ridotte (tacchi, bastoni, stampelle), l'uso di strumenti con ruote (sedie a ruote, trolley, passeggini, ecc.,) necessitano di superfici non sconnesse e prive di dislivelli minimi che possono ostacolare o affaticare una confortevole andatura.

Ai fini della sicurezza e del comfort psico-fisico, pertanto, le pavimentazioni devono possedere il requisito di planarità della loro superficie, nella misura in cui i vari elementi costituenti il

¹⁶⁵ La definizione del requisito *planarità della pavimentazione* è stata mutuata dalla geometria Euclidea, secondo la quale la planarità è la *condizione di una superficie i cui punti appartengono allo stesso piano*. Inoltre per la definizione del requisito si è fatto riferimento anche al requisito di *integrazione* definito dalla norma UNI 8290/1983 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.

rivestimento devono giacere tutti sullo stesso piano (mattonelle, zerbini, griglianti, percorsi guida, ecc.) e non creare dislivelli minimi che non siano assoggettabili ad un vero e proprio gradino.

Inoltre, una pavimentazione planare implica anche una riparazione ad opera d'arte. Il che significa che le parti di pavimentazione riparate devono integrarsi perfettamente, con il resto della pavimentazione, senza comportare variazioni di livello.

La planarità della superficie di calpestio è anch'essa una caratteristica delle pavimentazioni fortemente condizionata dal rispetto di altri requisiti, che sono:

❖ *Continuità della texture della pavimentazione*

Alternanze di pieni e vuoti caratterizzanti la texture della pavimentazione dimensionalmente eccessive possono comprometterne la sua planarità.

❖ *Controllo Integrità fisico- materica della pavimentazione*

Un rivestimento non integro poiché spaccato, bucato, avvallato o perché non bene ancorato al supporto compromette la planarità della pavimentazione.¹⁶⁶

❖ *Resistenza allo scivolamento della pavimentazione*

Zerbini posti sulla pavimentazione e non incassati necessari per aumentare, a posteriori, il livello di resistenza allo scivolamento delle superfici invalida il requisito di planarità, e può rappresentare una causa di inciampo degli utenti.



Figura 68 La soluzione adottata in figura di apporre un tappeto sulla pavimentazione della superficie di calpestio inclinata, utile a migliorare le condizioni di attrito della stessa, invalida i requisiti di planarità e continuità della texture della pavimentazione ed aumenta il rischio per gli utenti di inciampare su di essa.

Regolarità del percorso e dei piani di calpestio¹⁶⁷

¹⁶⁶ È sottinteso che esiste una forma di dipendenza transitiva del requisito di planarità a quello di resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione. Infatti se questa non risulta essere adeguata ai carichi di esercizio a cui la pavimentazione è sottoposta, compromettendone l'integrità fisico-materica, ne pregiudica anche la sua planarità.

¹⁶⁷ Il requisito di *regolarità del percorso e dei piani di calpestio* è di nuova definizione. Tra i requisiti attinenti l'attitudine dei percorsi ad avere un andamento continuo e regolare si citano i concetti di *accessibilità dei percorsi orizzontali* definiti nel D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire

Attitudine dell'andamento dei percorsi e dei piani di calpestio a non presentare, nella loro articolazione planimetrica e altimetrica, irregolarità e complessità tali da porre difficoltà nella formazione di una mappa cognitiva degli spazi e nella conoscenza dell'andamento dei piani di calpestio da parte degli utenti. La regolarità del percorso attiene alla simmetria del loro andamento planimetrico e all'andamento e al numero dei cambi di direzione. La regolarità dei piani di calpestio attiene alla uniformità delle loro pendenze, al ritmo di pedate ed alzate e al numero di gradini presenti nelle diverse rampe di un corpo scala.

Parlare di regolarità dei percorsi significa soddisfare le esigenze di comfort fisico e psichico degli utenti mentre li percorrono, attraverso andamenti che siano in grado di mostrare in maniera chiara il loro principio organizzatore e allo stesso tempo di non determinare affaticamento fisico e psichico. Le ricadute sugli utenti, derivanti dall'adozione di percorsi regolari, sono, oltre che di natura cognitiva e comunicativa, anche migliorative delle condizioni di benessere in generale dell'utente quando si interfaccia con l'edificio.

In particolare gli aspetti fondamentali relativi alla regolarità del percorso sono le direzioni planimetriche del percorso, la quantità e lo sviluppo delle svolte/cambi di direzione presenti lungo la stessa tratta, nonché l'assenza di ostacoli o strozzature che ne riducano l'ampiezza.

È stato verificato che percorsi dove sono presenti eccessivi punti in cui è necessario operare una scelta tra due o più direzioni di marcia risultano più faticosi dal punto di vista cognitivo e fisico per gli utenti, oltre che risultano essere disorientanti. Parimenti difficoltose e disorientanti si mostrano le svolte che deviano dall'angolo retto¹⁶⁸, in particolare quelle che si dispongono su direzioni che giacciono lungo le diagonali (45°, 180°). Inoltre sono da evitare percorsi con andamenti obliqui, a spezzata o addirittura curvilinei che possono determinare o acuire negli utenti seri problemi vestibolari.

Corridoi, passaggi, percorsi, ecc., dunque, devono presentare andamenti quanto più possibile semplici e continui, con variazioni di direzione per numero e sviluppo adeguate alle diverse capacità di deambulazione ed essere privi di strozzature, arredi, ostacoli di qualsiasi natura che riducano la larghezza utile di passaggio o che possano causare infortuni.

l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche, art. 2 punto G e I e art. 4 punto 4.1.9.

¹⁶⁸ *Qualsiasi cambio di direzione rispetto al percorso rettilineo ... effettuare svolte ortogonali al verso di marcia. Cfr. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236, Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata.*

Riguardo alla regolarità dei piani di calpestio, un'attenzione particolare meritano le scale. Ritmi di alzate e pedate dei gradini durante lo svolgimento della rampa di scale non regolari, a causa, ad esempio, di gradini terminali con un'alzata diversa da quella ripetuta in tutta la rampa può aumentare il rischio di caduta. La stessa considerazione di regolarità e omogeneità dei piani di calpestio vale per la mancanza nelle rampe di scale della ripetizione degli stessi numeri di gradini. Il modello *mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva*, ad esempio, tende a percorrere le scale contando i gradini presenti in ogni rampa e a *sentire* maggiormente il ritmo del rapporto alzata-pedata, come forma di conoscenza, alternativa alla vista, della morfologia e dell'andamento del piano di calpestio che si appresta ad affrontare. Ciò significa che ogni sua irregolarità può mettere in crisi la qualità del camminare di tale modello, introducendo fattori di rischio caduta e discomfort.

Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione¹⁶⁹

Idoneità dell'intera pavimentazione a contrastare le alterazioni delle sue caratteristiche prestazionali fisiche ed estetiche e gli effetti di macchiatura irreversibile dovute all'azione di sostanze chimiche, fisiche, biologiche, ecc., che potenzialmente possono cadere su di essa.

La resistenza agli agenti chimici e alle macchie della pavimentazione attiene alla capacità del suo rivestimento, nonché delle sue fughe, di non subire dissoluzioni, disgregazioni e mutamenti delle prestazioni fisiche ed estetiche desiderate per il rivestimento stesso a causa dell'irreversibilità delle macchie o a causa di sostanze aggressive che vengono a contatto con essa.

La *resistenza agli attacchi chimici* è la caratteristica che definisce il comportamento della pavimentazione quando viene a contatto con agenti che possono essere chimicamente aggressivi, ossia potenzialmente in grado, per la loro composizione e caratteristiche chimiche, di reagire con la superficie stessa¹⁷⁰, corrodendola e penetrandovi in modo permanente tanto da alterarne le prestazioni fisiche ed estetiche previste per essa.

La *resistenza alle macchie*, invece, definisce il comportamento della pavimentazione quando viene a contatto con sostanze macchianti e indica, parimenti, l'efficacia e l'efficienza con cui le

¹⁶⁹ Per la definizione del requisito *resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione* si è fatto riferimento al requisito di non macchiarsi definito nella norma UNI 8012/1979 Edilizia. Rivestimenti interni ed esterni. Requisiti; nonché ai requisiti di *resistenza agli agenti aggressivi* e *resistenza agli attacchi biologici* definiti nella norma UNI 8290/1983 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.

¹⁷⁰Cfr. Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Edicer, Bologna 2004, pag. 54.

macchie prodotte sulla superficie da determinate sostanze possono essere rimosse. La resistenza alle macchie permette dunque di valutare e controllare la *pulibilità della pavimentazione*¹⁷¹ ed è strettamente collegata alla resistenza agli agenti chimici. Infatti, se la superficie non ha un'adeguata resistenza alle macchie, né un'adeguata resistenza agli attacchi chimici, può capitare che, durante le attività di pulizia delle stesse, la necessità di dover ricorrere all'uso di detergenti molto aggressivi per rimuovere macchie ostinate alteri le caratteristiche conferite alla pavimentazione, laddove la resistenza agli agenti chimici non è adeguata a quel tipo di detergente.

Le sostanze chimiche, fisiche o biologiche cadendo sulla superficie di calpestio possono produrre diverse azioni macchianti come l'*azione tracciante* prodotta da sostanze come gli inchiostri, l'*azione chimica/ossidante* prodotta da sostanze come ad esempio latintura di iodio o l'*azione filmante* prodotta da sostanze liquide come l'olio¹⁷².

Gli effetti prodotti da tali azioni possono essere di tipo estetico con conseguente perdita di uniformità del colore, perdita di brillantezza e lucentezza della superficie, o, ancor più gravi, di tipo fisico, con conseguente perdita e usura del trattamento superficiale del rivestimento e conseguente alterazione di altri parametri caratterizzanti la pavimentazione, tra cui il coefficiente d'attrito.

Il requisito di resistenza agli attacchi chimici e alle macchie è determinato dalla composizione chimica/mineralogica e dalla struttura dello strato superficiale del rivestimento.

I parametri che definiscono la resistenza alle macchie e agli agenti chimici e di conseguenza la pulibilità delle superfici di calpestio sono la compattezza e la rugosità.

La capacità di assorbimento d'acqua del rivestimento e cioè la sua porosità (di cui l'assorbimento d'acqua fornisce una misura) influenza e condiziona in misura significativa la resistenza agli attacchi chimici e alle macchie. In generale, quanto minore è l'assorbimento d'acqua, cioè minore è la porosità del materiale con cui è costituito il rivestimento tanto maggiore è la sua

¹⁷¹ *Attitudine della pavimentazione a consentire la facile e veloce rimozione di sporcizia e sostanze estranee ed indesiderate.* La definizione del requisito *pulibilità della superficie di calpestio* consiste in una rielaborazione ed ampliamento della definizione *pulibilità* fornita dalla norma UNI 8290/1983 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.

La pulibilità della superficie di calpestio attiene alla possibilità di poter rimuovere, con efficacia e facilità la presenza di eventuali macchie o sostanze liquide o solide presenti sulla pavimentazione attraverso operazioni immediate, semplici e che non comportino l'uso di macchinari speciali o sostanze troppo aggressive.

¹⁷² Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Edicer, Bologna 2004.

compattezza. La compattezza¹⁷³ del materiale costituente il rivestimento è certamente un fattore determinante per la resistenza all'attacco chimico, quanto più compatta è la superficie, tanto minori sono le possibilità che le sostanze chimicamente aggressive e macchianti possano penetrarvi ed esercitare la relativa *azione*. Tuttavia la porosità è relativa anche alla distribuzione e alle dimensioni dei pori sulla superficie, per cui materiali relativamente porosi potrebbero avere comportamenti accettabili ai fini della resistenza agli attacchi chimici e alle macchie.

La struttura dello strato superficiale caratterizzata da parametri quali levigatezza, rugosità, scabrosità, presenza di rilievi è un'altra qualità rilevante ai fini della determinazione di un'idonea resistenza alle macchie e agli attacchi chimici. Una superficie liscia, oltre che compatta, è certamente più efficacemente ed efficientemente pulibile di una superficie rugosa e porosa. L'assenza di rilievi o anfratti in grado di ospitare e trattenere tenacemente lo sporco e la maggiore compattezza, che riduce la possibilità di assorbire le sostanze esterne, favoriscono un'efficace ed efficiente pulizia delle superfici.

In conclusione una pavimentazione che possieda resistenza agli attacchi chimici e alle macchie è quella che possiede dei valori di compattezza e un trattamento superficiale tali che *sotto l'azione di sostanze normalmente utilizzate nell'ambiente non deve presentare effetti di macchiatura inammissibili come ad esempio macchie per assorbimento, per alterazione chimica, macchie indelebili o pulibili con operazioni di rimozione particolari*¹⁷⁴. Ciò significa che una pavimentazione resistente agli agenti chimici e alle macchie è quella che possiede caratteristiche superficiali tali da poter essere facilmente pulita, da conservare inalterato il suo aspetto estetico di colore, brillantezza e lucentezza e che è in grado di evitare la variazione delle prestazioni di resistenza allo scivolamento (aumento o diminuzione del coefficiente di attrito) e resistenza meccanica superficiale causata dall'eventuale penetrazione di sostanze che possono cadere su di essa.

Tuttavia, è necessario osservare come i trattamenti superficiali lisci o a bassa rugosità, ideali per assicurare la resistenza alle macchie e agli attacchi chimici, sono in contrasto con le necessarie caratteristiche fisiche di alta rugosità e presenza di rilievi determinanti per ottenere elevati coefficienti di attrito. In tali casi specifici, una maggiore resistenza agli attacchi chimici può consentire l'uso di sostanze detergenti che, seppure chimicamente più aggressive, non alterano le caratteristiche prestazionali fisiche ed estetiche delle superfici.

¹⁷³ La compattezza del materiale costituente il rivestimento costituisce un parametro anche per la resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici. Infatti, più è compatto il materiale, più la pavimentazione è in grado di resistere a sollecitazioni massive.

¹⁷⁴ Cfr. norma UNI 8012/1979 Edilizia. Rivestimenti interni ed esterni. Analisi dei requisiti

Infine, non bisogna trascurare la omogeneità di resistenza agli attacchi chimici e alle macchie tra il rivestimento e i materiali che rifiniscono le fughe presenti tra i diversi elementi che lo costituiscono. Se, infatti, il materiale di riempimento delle fughe possiede una resistenza alle macchie e agli agenti chimici inferiore rispetto ai singoli elementi del rivestimento, si incorre nel rischio che possa corrodarsi, sgretolarsi ed usurarsi in tempi più veloci, comportando mutazioni nella continuità della texture, nonché nelle caratteristiche di planarità della pavimentazione.

Da tali considerazioni si deduce che anche le caratteristiche di resistenza agli attacchi chimici e alle macchie, nonché di pulibilità della pavimentazione influiscono sulla qualità del camminare e in particolare sul comfort visivo e sulla sicurezza alle cadute per inciampo e scivolamento.

In ogni caso, la resistenza agli attacchi chimici e alle macchie delle pavimentazioni è condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette tali qualità.

I requisiti tecnici, ambientali e funzionali-spaziali che incidono sulla resistenza agli attacchi chimici e alle macchie sono:

❖ *Continuità della texture della pavimentazione*

La presenza tra i diversi elementi costituenti la pavimentazione di fughe profonde e larghe consentono l'accumulo di sporco e rendono difficoltose le manovre di pulizia della superficie di calpestio.

❖ *Controllo dell'integrità fisico materica della pavimentazione*

Avvallamenti, fessurazioni, crepe, buchi eventualmente presenti sulla pavimentazione possono diventare ricettacolo di sporco difficilmente rimovibile con le usuali operazioni di pulizia.

❖ *Planarità della pavimentazione*

Analoghe difficoltà di pulizia possono essere determinate dagli sbalzi di livello eventualmente presenti sulla superficie della pavimentazione a causa della non planarità tra gli elementi che costituiscono il suo rivestimento.

❖ *Resistenza allo scivolamento della pavimentazione*

Parimenti i trattamenti superficiali rugosi e a rilievo utili per aumentare la resistenza allo scivolamento delle superfici dei rivestimenti delle pavimentazioni rendono più difficile la rimozione di macchie e sporco, e possono rivelarsi ricettacoli di sporcizia.

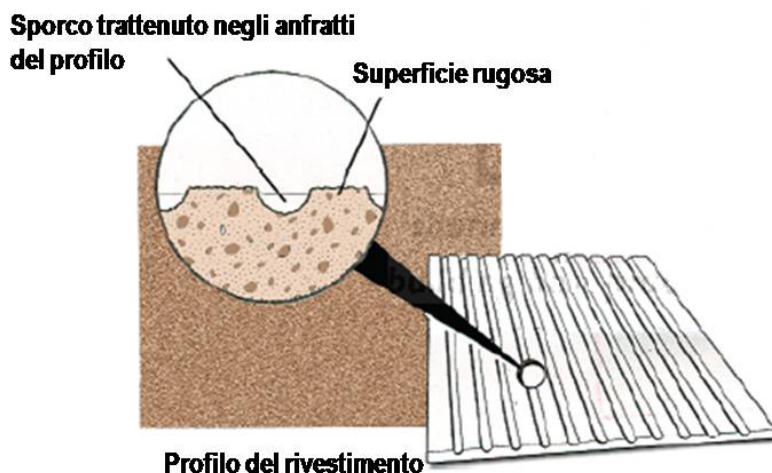


Figura 69 I trattamenti superficiali ad alta rugosità e con presenza di rilievi, determinanti per ottenere elevati coefficienti di attrito, sono in contrasto con le necessarie caratteristiche di bassa rugosità e assenza di rilievi ideali per assicurare la resistenza alle macchie e la pulibilità delle superfici.

Gli anfratti dei rilievi diventano ricettacolo di sporcizia e rendono poco efficace ed efficiente la loro rimozione dalle superfici.

❖ *Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*

L'usura dello strato superficiale rende il rivestimento più macchiabile e difficilmente pulibile. Negli ambienti in cui le pavimentazioni sono particolarmente sollecitate dal carico d'utenza non sono da trascurare le possibili variazioni di resistenza chimica nel tempo, determinata appunto dalla progressiva rimozione dello strato più superficiale di smalto, con conseguente "apertura" di microporosità.

Resistenza all'impronta della pavimentazione¹⁷⁵

Idoneità della pavimentazione a contrastare efficacemente il prodursi di deformazioni residue del rivestimento a seguito di compressione localizzata e mantenuta per un tempo determinato mediante un carico concentrato. La resistenza all'impronta attiene alla capacità della pavimentazione di non risultare cedevole o essere penetrata/affondata sotto l'azione di spinte o carichi concentrati, di non deformarsi plasticamente, di non presentare discontinuità costituzionale e mancanza di compattezza.

¹⁷⁵ La definizione del requisito *resistenza all'impronta della pavimentazione* consiste in una rielaborazione e ampliamento del requisito *resistenza all'impronta* definito dalla norma UNI 8273/1981 Edilizia. Pavimentazioni in gomma. Requisiti.

La resistenza all'impronta è dunque la caratteristica che definisce la compattezza della superficie del rivestimento della pavimentazione al fine di evitare che questa, quando sottoposta ai carichi d'utenza, possa presentare forme di improntabilità temporanee o permanenti.

L'analisi dei modelli di mobilità ha evidenziato la necessità, per molti di essi, di poter camminare percependo stabilità durante l'interazione suola/superficie. Superfici caratterizzate da discontinuità e scarsa compattezza materica risultano inadeguate a consentire un sicuro e confortevole incedere degli utenti. Tali motivazioni conducono alla determinazione che il rivestimento della pavimentazione deve avere una consistenza e compattezza tale da favorire un efficace ed efficiente trascinarsi delle ruote di ausili e pesi su di esso ed evitare che superfici estremamente ridotte su cui grava il peso del corpo, come ruote, bastoni, stampelle, tacchi, ecc., possano affondarvi. Analogamente il rivestimento della pavimentazione deve essere caratterizzato da valori dell'impronta residua minimi, onde evitare il verificarsi di fenomeni di improntabilità della superficie.

I parametri che misurano la resistenza all'impronta, così come su definita saranno, dunque, la compattezza e consistenza del materiale costituente il rivestimento, nonché il valore di impronta residua riscontrabile sulla superficie. Tale parametro si calcola come differenza tra lo spessore iniziale e quello finale del rivestimento, in seguito a compressione localizzata ed è espresso in centesimi di millimetri.

				
Fondo piano e compatto	Leggermente sconnesso ma compatto	Molto sconnesso e compatto	Fangoso	Sabbioso
OTTIMALE	BUONO	PERICOLOSO	IMPOSSIBILE	IMPOSSIBILE
	Possibili soluzioni: Rullaggio, spianamento	Possibili soluzioni: Rullaggio, spianamento	Possibili soluzioni: Addizione di un leggero strato di ghiaia spezzata e rullaggio	Possibili soluzioni: Addizione di un terreno argilloso e rullaggio

Figura 70 Livelli di compattezza delle superfici e livelli di qualità percepita

La resistenza all'impronta è, come logica conseguenza, condizionata dalla:

❖ *Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della superficie di calpestio*

Una resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione non adeguata al contesto d'uso dell'elemento spaziale in cui è messa in opera inficia sicuramente il requisito di resistenza all'impronta.

Resistenza allo scivolamento della pavimentazione¹⁷⁶

Capacità della superficie del rivestimento di resistere allo scorrimento di uno strato di cuoio, ancorato ad un corpo di massa definita, sulla superficie del rivestimento posta orizzontalmente. La resistenza allo scivolamento della pavimentazione attiene alle caratteristiche superficiali del suo rivestimento di resistere o facilitare lo scorrimento di corpi in movimento su di esso. Tale qualità è condizionata principalmente dal controllo dell'attrito radente e dal livello di porosità del trattamento superficiale del rivestimento.

Gli incidenti provocati dallo scivolamento o inciampo sulla superficie di calpestio vengono ricondotti in genere dalla letteratura e dalla normativa tecnica-edilizia al requisito di *resistenza allo scivolamento* delle pavimentazioni. In effetti la *caduta sullo stesso livello* è riconducibile ad un'inadeguata interazione tra la superficie della suola della scarpa o la pianta del piede e la superficie del pavimento ed è fortemente condizionata dal suo requisito di resistenza allo scivolamento.

La *resistenza allo scivolamento* della superficie di calpestio descrive le condizioni cinematiche e dinamiche del movimento di un corpo a contatto con essa. Il parametro generalmente utilizzato per descrivere il livello di scivolosità di una superficie è il *coefficiente di attrito radente statico o dinamico*, che corrisponde ad una grandezza adimensionale dipendente dalle caratteristiche dei materiali delle due superfici che vengono a contatto durante il cinematismo (suola scarpa/superficie pavimentazione). L'attrito radente statico o dinamico è determinato dall'interazione tra due superfici piane che rimangono a contatto mentre scorrono l'una rispetto all'altra ed il coefficiente di attrito è proporzionale alla forza, parallela alla superficie di contatto, che occorre applicare perché si abbia moto relativo fra due corpi o la condizione di equilibrio¹⁷⁷. Maggiore è il coefficiente di attrito che caratterizza la superficie del rivestimento della pavimentazione minore è la sua scivolosità.

¹⁷⁶ Nella definizione del requisito *resistenza allo scivolamento della pavimentazione* si è fatto riferimento alla definizione di resistenza allo scivolamento indicata nella norma UNI 8273/1981 edilizia. Pavimentazioni in gomma. Requisiti. In particolare, per l'esplicitazione del requisito si è tenuto conto del concetto di Coefficiente di attrito dinamico adottato dal metodo di prova inglese BCRA Tortus.

¹⁷⁷ Le nozioni di fisica relative alla dinamica dei corpi sono state desunte dalla lezione di *Statica* tenuta dal prof. Domenico Galli nel corso di Fisica generale, 31 gennaio 2006, Università di Bologna, facoltà di Ingegneria.


	PROVE SU PIANO INCLINATO/TEST ON INCLINED PLANE
$\mu \leq 0,19$	Scivolosità pericolosa/Dangerous sliding
$0,20 \leq \mu \leq 0,39$	Scivolosità eccessiva/Excessive sliding
$0,40 \leq \mu \leq 0,74$	Attrito eccellente/Satisfaction friction
$\mu > 0,74$	Attrito eccellente/Excellent friction

Figura 71 Coefficienti di attrito e livelli di rischio scivolosità secondo il B.C.R.A. Tortus method

Tuttavia è necessario considerare che il coefficiente di attrito, così come sopra definito, non è un valore assoluto, bensì relativo alle caratteristiche dei due corpi che vengono a contatto (suola e superficie) durante lo spostamento e alle caratteristiche/condizioni del contatto stesso. L'attrito è quindi determinato da un fenomeno di interazione tra entità diverse ed il suo valore è condizionato da fattori oggettivi (tecnici, ambientali e funzionali-spaziali) e soggettivi (umani/comportamentali).

In particolare la conservazione del livello di attrito del rivestimento dipende dalle caratteristiche di resistenza meccanica superficiale delle pavimentazioni, nonché dal loro stato di conservazione fisico-materica, dalle loro condizioni di pulizia, e di umidità e temperatura. La presenza di eventuali materiali interposti tra suola e superficie, come macchie di sporco, terriccio, olio, grassi, acqua contribuiscono a diminuire il valore del coefficiente d'attrito, poiché interponendosi tra la suola della scarpa e la superficie del pavimento, possono determinare un effetto acqua planning o effetto bloccante, alterando così il valore di scivolosità della superficie e aumentando i rischi di cadute ed infortuni per scivolamento o inciampo sulla pavimentazione.

In linea di massima le pavimentazioni con superfici lisce, lucide ed indeformabili sono caratterizzate da una maggiore tendenza a lasciarsi ricoprire da un film sottile e continuo d'acqua e quindi ad avere bassi livelli di coefficiente d'attrito.

Le superfici scabre, rugose, invece, sono caratterizzate da un valore più elevato del coefficiente di attrito, anche in presenza di acqua o di altri liquidi. Infatti, i rilievi superficiali che caratterizzano tali rivestimenti, permettendo il drenaggio di eventuali liquidi, impediscono la formazione del film continuo responsabile della diminuzione di attrito, e garantiscono buone condizioni di aderenza fra suola e superficie anche in condizione di pavimentazione bagnata.

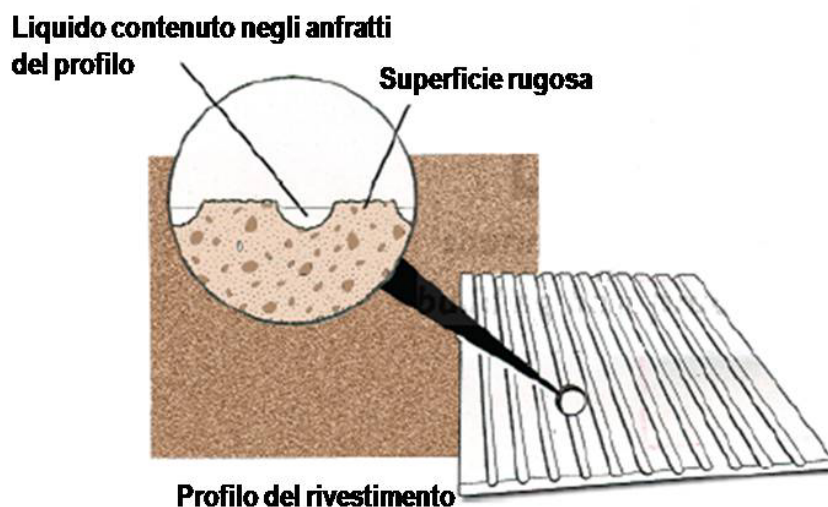


Figura 72 Le superficie a rilievo sono caratterizzate da una più elevata resistenza allo scivolamento anche in presenza di acqua meteorica o non o di altri liquidi. Infatti, i rilievi superficiali che caratterizzano tali tipi di rivestimento, permettendo il drenaggio di eventuali liquidi presenti su di essa all'interno delle scanalature, impediscono la formazione del film continuo responsabile del fenomeno dell'acqua planning e della diminuzione dell'attrito radente. Tali trattamenti superficiali, quindi, garantiscono buone condizioni di aderenza fra suola e superficie ed eccellenti prestazioni di resistenza allo scivolamento anche in condizioni di pavimentazioni bagnate.

A tale proposito, è interessante notare che in condizioni climatiche particolari, quando cioè la pavimentazione è molto esposta alla presenza/formazione di acqua (meteorica o non) o liquidi in generale, anche il livello di assorbimento dell'acqua¹⁷⁸ della superficie e cioè la porosità del materiale contribuisce a migliorare la resistenza allo scivolamento. Un materiale poroso, assorbendo i liquidi, evita la creazione del film continuo tra la scarpa e la superficie, viceversa un pavimento a struttura compatta, avendo un basso livello di assorbimento, determina il fenomeno dell'acqua planning.

In genere, il valore del coefficiente d'attrito viene determinato in funzione di fattori quali l'esposizione alle condizioni di temperatura, umidità e pioggia distinguendo *rivestimenti di pavimentazioni per interni e per esterni* con differenti valori del coefficiente d'attrito. Un altro fattore generalmente considerato è la destinazione d'uso dell'ambiente in cui la pavimentazione è messa in opera, in relazione alla loro maggiore o minore esposizione ad agenti chimici o macchianti, si pensi, ad esempio, alla maggiore possibilità di pavimenti bagnati o sporchi di unto nei bagni e nelle cucine.

¹⁷⁸ L'assorbimento d'acqua è la misura della quantità di acqua che, in particolari condizioni sperimentali di imbibizione, la piastrella può assorbire. Dal momento che tale assorbimento avviene attraverso i pori del materiale che sono in comunicazione con la superficie esterna, l'assorbimento d'acqua costituisce una misura della quantità di tali pori, cioè di quella che si definisce come "porosità aperta". L'assorbimento d'acqua fornisce quindi un'indicazione immediata della struttura del materiale: un elevato assorbimento d'acqua corrisponde ad una struttura porosa, mentre un basso assorbimento d'acqua ad una struttura compatta. Cfr. Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, "Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo", Edicer, Bologna 2004, pag. 36.

La determinazione di un idoneo coefficiente di attrito ai fattori su esposti, tuttavia, è solo condizione necessaria per ridurre o prevenire i rischi di scivolamento, ma non è sufficiente. La resistenza allo scivolamento delle pavimentazioni infatti è condizionata anche dal rispetto degli altri requisiti che una pavimentazione deve possedere, nonché da fattori ambientali e funzionali-spaziali e da quelli umani e comportamentali. Il modello *mobilità con passo alterato*, ad esempio, necessita, al contempo, di una pavimentazione antisdrucchiolo, per non scivolare con il piede su cui grava il peso del corpo, e di una pavimentazione non troppo rugosa, per non incespicare con il piede che trascina sulla pavimentazione durante la deambulazione.

Nell'ambito della qualità del camminare, quindi, una pavimentazione che possieda resistenza allo scivolamento è quella che in primis possiede un coefficiente d'attrito adeguato al contesto d'uso (esigenze umane, ambientali, funzionali-spaziali) in cui viene messa in opera e in secundis sia in grado di conservare tale valore inalterato per tutta la sua vita di esercizio. Ciò significa che una pavimentazione antisdrucchiolo è quella che non consente lo scivolamento dei piedi, anche se è bagnata, attraverso la determinazione di un adeguato coefficiente di attrito radente, ma che al contempo sia in grado di consentire il deflusso delle acque meteoriche e non, di avere una superficie priva di graffi, scalfiture o altre forme di deterioramento superficiale, di essere pulita e priva di macchie collose e appiccicose.

Inoltre, bisogna considerare che la resistenza allo scivolamento delle pavimentazioni è condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette il mantenimento del valore del coefficiente d'attrito adeguatamente predeterminato.

I requisiti di percorribilità che incidono sulla resistenza allo scivolamento sono:

❖ *Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio*

L'adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio si specifica nelle caratteristiche di dimensionamento delle pendenze dei piani di calpestio. Assicurare adeguate pendenze alle condizioni ambientali che possono verificarsi nel percorso in cui la pavimentazione messa in opera, significa consentire un efficace deflusso dell'eventuale presenza di acque meteoriche, di lavaggio o di processo a seconda dei casi¹⁷⁹.

❖ *Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature*

Pavimenti molto lucidi forniscono all'utente l'idea che sono bagnati. Tale caratteristica, seppure non modifica effettivamente il coefficiente di attrito, altera comunque la percezione visiva della resistenza allo scivolamento della pavimentazione degli utenti.

¹⁷⁹ Per maggiori informazioni sul requisito di *adeguatezza morfologica dei percorsi* si rimanda alla definizione dello stesso elaborata in questo stesso capitolo.



Figura 73 La figura mostra una pavimentazione con effetto visivo apparente non corrispondente alle reali condizioni di scivolosità della stessa. Infatti la pavimentazione pur avendo un coefficiente d'attrito conforme ad evitare cadute per scivolamento su di essa, essendo lucido, fornisce all'utente che la vede la percezione di essere bagnato e di conseguenza scivoloso.

❖ *Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie¹⁸⁰ e pulibilità¹⁸¹ della pavimentazione.*

La possibilità di poter rimuovere, con operazioni immediate, semplici e che non comportano l'uso di macchinari speciali, la presenza di eventuali macchie o sostanze liquide o solide presenti sulla pavimentazione può consentire di mantenere inalterate le caratteristiche di attrito conferite e evitare inciampi e scivoloni su di essa. La caratteristica di resistenza alle macchie della superficie della pavimentazione fornisce un'altra possibilità alle stesse di conservare inalterato il suo coefficiente d'attrito. Le macchie infatti potrebbero essere assorbite dalla superficie o alterarne le caratteristiche chimiche in maniera irreversibile.

Se il trattamento superficiale non è adeguato alle sostanze chimiche eventualmente presenti nell'ambiente in cui la pavimentazione è messa in opera o alle sostanze chimiche utilizzate per la loro detersione, perché chimicamente troppo aggressive, la loro penetrazione in modo permanente può corrodere la superficie alterandone le caratteristiche di resistenza allo scivolamento.

❖ *Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*

¹⁸⁰ ...la pavimentazione sotto l'azione di sostanze normalmente utilizzate nell'ambiente non deve presentare effetti di macchiatura inammissibili ai fini dei caratteri di pulizia ed igiene...per effetti di macchiatura inammissibili si intendono: macchie per assorbimento, per alterazione chimica, macchie pulibili con operazioni particolari, macchie indelebili...Definizione fornita dalla norma UNI 8012/1979 edilizia. Rivestimenti interni ed esterni. Analisi dei requisiti.

¹⁸¹ *Attitudine a consentire la rimozione di sporcizia e sostanze indesiderate.* Definizione data dalla norma UNI 8290/1983 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.

Le caratteristiche fisiche di rugosità, scabrosità, presenza di rilievi della superficie determinanti per coefficienti di attrito più elevati contrastano con le caratteristiche fisiche di bassa rugosità, assenza di rilievi o anfratti in grado di ospitare e trattenere tenacemente lo sporco determinanti per un'efficace ed efficiente pulibilità. Tuttavia il ricorso a materiali per il rivestimento della pavimentazione con trattamento superficiale rugoso e con rilievi e dotati, al contempo, di eccellenti livelli di resistenza all'abrasione ed all'attacco chimico, possono risolvere il contrasto poiché in grado di sopportare senza deteriorarsi azioni di pulizia particolarmente vigorose dal punto di vista meccanico e chimico. Tratto da Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, "Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo", Edicer, Bologna 2004.

La resistenza meccanica delle superfici della pavimentazione si specifica sia nella resistenza all'abrasione, che fornisce la misura della tendenza delle superfici a consumarsi per effetto dell'usura, sia nella durezza, che fornisce la misura della resistenza alle scalfiture. Una resistenza all'abrasione non adeguata alle caratteristiche del contesto (uomo, ambiente, attività) in cui la pavimentazione è messa in opera e la conseguente perdita di qualità abrasiva per usura può determinare un'alterazione del coefficiente d'attrito della pavimentazione. Un'analogia alterazione può essere determinata da un'inadeguata durezza della superficie del rivestimento della pavimentazione alle caratteristiche del contesto (uomo, ambiente, attività). La formazione di scalfiture sulla pavimentazione è anch'essa causa di cadute per inciampo¹⁸².

Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione¹⁸³

Idoneità della pavimentazione a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione delle sollecitazioni dinamiche (flussi di pedoni) e statiche (arredi, attrezzature). La resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici attiene alla capacità della pavimentazione di non collassare, deformarsi, flettersi, spaccarsi quando è sottoposta ai carichi di esercizio ed è relativo alle caratteristiche strutturali dei materiali costituenti, allo spessore e alle dimensione dei singoli elementi del rivestimento, nonché alle caratteristiche strutturali del supporto.

La *resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione* descrive la capacità di resistere alla pressione dei carichi di esercizio a cui la pavimentazione è sottoposta. Per carichi di esercizio statici e dinamici si intendono gli arredi, le attrezzature e il peso delle persone che vi camminano.

Una pavimentazione dotata di una resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici adeguata al contesto d'uso evita che questa possa cedere mentre gli utenti vi camminano, nonché spaccarsi se sottoposta a forze puntuali come quelle determinate da bastoni, stampelle, tacchi, ecc. scongiurando, così, i conseguenti rischi per gli utenti di perdere stabilità e controllo all'equilibrio. Ai fini della percorribilità, infatti, una pavimentazione con adeguata resistenza

¹⁸² Per maggiori informazioni sul requisito di *resistenza meccanica della pavimentazione* si rimanda alla definizione dello stesso elaborata in questo stesso capitolo.

¹⁸³ La definizione del requisito *resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione* si è fatto riferimento in parte al requisito *resistenza meccanica*, indicato dalla norma UNI 8290/1983 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti, e in parte ai requisiti delle pavimentazioni *derivanti da fattori meccanici* indicati nella norma UNI 7999/1979 Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.

meccanica ai carichi statici e dinamici è quella che non subisce, quando sottoposta ai carichi dinamici e statici, flessioni irreversibili sulla sua superficie generando avvallamenti o ingobbimenti che alterano i suoi requisiti di integrità fisico-materica e planarità.

I parametri generalmente utilizzati per descrivere la resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione sono la resistenza a flessione e il carico di rottura a flessione.

Maggiori sono la resistenza a flessione e il carico di rottura a flessione minore è la possibilità che la pavimentazione possa cedere o spaccarsi sotto l'azione del camminare dei pedoni. Tali parametri dipendono dalle caratteristiche strutturali del materiale e dallo spessore e dimensioni dei singoli elementi costituenti il rivestimento, nonché dalle caratteristiche strutturali del supporto¹⁸⁴.

Per quanto riguarda le caratteristiche strutturali del materiale con cui è costituito il rivestimento in genere è *l'assorbimento d'acqua, cioè la porosità, di cui l'assorbimento d'acqua fornisce una misura, che influenza e condiziona in misura significativa la resistenza meccanica della pavimentazione*. In generale, *quanto minore è l'assorbimento d'acqua, tanto maggiore è la compattezza del materiale, e dunque più alta anche la resistenza meccanica. Ad un elevato assorbimento d'acqua corrisponde una struttura porosa, mentre ad un basso assorbimento d'acqua ad una struttura compatta*. Il modulo di rottura σ , caratteristica del materiale costituente la mattonella, tende ad aumentare all'aumentare della compattezza, ovvero al diminuire della porosità. *Tuttavia il carico di rottura, misura della "prestazione meccanica" della mattonella, aumenta all'aumentare sia del modulo di rottura, sia dello spessore*. Giova però sottolineare che l'influenza dello spessore sul carico di rottura è maggiore rispetto alla porosità. Quindi ad aumentare le prestazioni di resistenza meccanica ai carichi incide più lo spessore della mattonella che la porosità, infatti il carico di rottura aumenta esponenzialmente all'aumentare dello spessore¹⁸⁵.

In ambienti nei quali sono previsti carichi di esercizio e di utenza che producono sollecitazioni meccaniche molto gravose sulle pavimentazioni, come avviene di solito negli edifici pubblici, bisogna prestare una forte attenzione allo spessore delle mattonelle, che non potranno essere, per logica deduzione, sottili, nonché alla scelta dei formati. In genere appare maggiormente prudente

¹⁸⁴ *Supporto: insieme integrato degli strati disposti sotto il rivestimento, concorrenti a formare la pavimentazione. Alcuni strati concorrono ad assicurare la funzione principale del sottosistema ancorare il rivestimento, compensare le quote e le pendenze, , incorporare le canalizzazioni degli impianti, ecc., altri strati concorrono a conferire qualità migliorative del sottosistema stesso (conferire un determinato grado di isolamento e impermeabilità).* Definizione della norma UNI 7998/1979 Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia.

¹⁸⁵ Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Edicer, Bologna 2004, pag. 50.

la scelta di *formati non eccessivamente grandi*. Ad un formato piccolo delle mattonelle corrisponde una minore rigidità della pavimentazione, e quindi una limitazione dello stato tensionale interno associato alle sollecitazioni di esercizio. Non in ultimo è necessario tener conto della determinante collaborazione alla resistenza meccanica, che il rivestimento riceve dagli strati del supporto ad essa stabilmente collegati.

La qualità della resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della superficie di calpestio è, però, condizionata dal rispetto di altri requisiti, la non adeguatezza dei quali compromette i valori di resistenza e carico di rottura a flessione prefissati.

In particolare il requisito di percorribilità che incide sulla resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della superficie è la:

❖ *Resistenza meccanica superficiale della superficie di calpestio*

Sembra opportuno sottolineare, infatti, nonostante l'omissione da parte della letteratura tecnica, che il requisito di resistenza meccanica superficiale è un parametro di controllo della resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici. La perdita progressiva dello strato superficiale della superficie provocata dall'usura a causa della non adeguata resistenza meccanica superficiale ai carichi d'utenza e d'esercizio, potrebbe far sì che lo strato superficiale del rivestimento si consumi totalmente, mettendo a nudo il materiale costituente la pavimentazione che, privato di questo film protettivo, diviene più esposto all'indebolimento strutturale.

***Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*¹⁸⁶**

Idoneità della superficie della pavimentazione di resistere efficacemente al prodursi di graffi, scalfiture o qualsiasi altra forma di deterioramento dello strato superficiale ad opera di corpi duri che si muovono su di essa, al fine di conservare inalterate nel corso della sua vita di esercizio le qualità di resistenza allo scivolamento e di aspetto prestabilite. La resistenza meccanica superficiale attiene alle caratteristiche di durezza e resistenza all'abrasione.

La *resistenza meccanica superficiale* descrive la tendenza dello strato superficiale del rivestimento della pavimentazione ad usurarsi, durante il movimento radente dei corpi a contatto con essa, o a scalfirsi, a causa della caduta accidentale di corpi su di essa. I parametri

¹⁸⁶ La definizione del requisito *resistenza meccanica superficiale della pavimentazione* consiste in una rielaborazione ed ampliamento dei requisiti delle pavimentazioni *derivanti da fattori meccanici* indicati nella norma UNI 7999/1979 Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti. In particolare si è fatto riferimento alle funzioni delle pavimentazioni rispetto ai *fattori meccanico dinamici* come il transito, gli urti accidentali di oggetti, che su di essa agiscono (punto 3.2 della norma).

generalmente utilizzati per descrivere la resistenza meccanica superficiale della pavimentazione sono la resistenza all'abrasione e la durezza.

La resistenza all'abrasione rappresenta la resistenza che la superficie oppone alle azioni di usura connesse con il movimento dei corpi a contatto con essa, mentre la durezza fornisce la misura della sua resistenza alla scalfitura al contatto di corpi che accidentalmente cadono su di essa.

La *resistenza meccanica superficiale* è una delle caratteristiche delle pavimentazioni più rilevanti ai fini della sicurezza alle cadute per scivolamento e inciampo sulla superficie di calpestio. Quando si è analizzato il requisito di resistenza allo scivolamento si è osservato che il rischio di *caduta sullo stesso livello* è riconducibile all'interazione tra la superficie della suola della scarpa e la pavimentazione ed è controllabile attraverso la determinazione di adeguati coefficienti di attrito. Tuttavia affinché sia garantita la resistenza allo scivolamento è necessario che il coefficiente di attrito predeterminato per quel contesto non vari durante tutta la vita utile della pavimentazione. Per tale aspetto della questione, ruolo fondamentale è giocato proprio dalla resistenza meccanica superficiale della pavimentazione, poiché la sua non adeguatezza ai carichi d'utenza del contesto d'uso può compromettere la resistenza allo scivolamento della pavimentazione¹⁸⁷.

Inoltre, un'inadeguata determinazione della resistenza meccanica superficiale con la conseguente asportazione di materiale dalla superficie a causa dei fenomeni di usura genera anche alterazioni delle caratteristiche estetiche della superficie stessa, con perdita di brillantezza, variazione di tonalità cromatica, ecc., indebolimenti strutturale della superficie, nonché una maggiore facilità a sporcarsi per la comparsa di porosità e micro-fessurazioni le quali, anche se invisibili, rappresentano punti di tenace attacco per sporcizia.

In particolare negli edifici pubblici, dove la frequenza di utenti è numerosa, le pavimentazioni sono particolarmente sottoposte a sollecitazioni superficiali di diversa natura ed entità, nonché a concentrazioni di usura. In tali contesti *resistenza* significa appunto, conservare inalterate tutte le altre caratteristiche delle pavimentazioni.

La tipologia stessa degli edifici pubblici plasmata prevalentemente sul complesso articolarsi di ingressi, uscite, atri, passaggi e percorsi atti a garantire lo svolgimento delle operazioni di fruizione ed erogazione del servizio da parte del pubblico e degli addetti, fa sì che non tutti gli spazi siano sottoposti alla stessa intensità di usura e quindi che non tutte le pavimentazioni debbano avere la stessa resistenza meccanica superficiale.

¹⁸⁷ A tale proposito si veda il requisito di *resistenza allo scivolamento delle superfici*.

Alcuni spazi e corridoi, ad esempio, rappresentano percorsi che obbligatoriamente tutti gli utenti devono percorrere per svolgere le attività di fruizione/erogazione del servizio. Si pensi ad esempio ai corridoi dei reparti di degenza negli ospedali. Le pavimentazioni di tali corridoi, rispetto, alle pavimentazioni delle camere per la degenza, saranno sottoposte ad un'usura maggiore, a causa della maggiore intensità e frequenza di uso determinata dalle necessarie attività di assistenza del degente da parte dei medici, delle infermiere, degli inservienti, nonché dei parenti e degli amici in visita. Lo stesso ragionamento può valere per le camere per la degenza, dove le condizioni di usura del pavimento sono maggiori nel tratto che copre la distanza porta-letto a causa dei percorsi abitudinari e giornalieri del personale medico sanitario. Le pavimentazioni di tali spazi, dunque, poiché sottoposte ad un più elevato logorio dovranno possedere una resistenza meccanica superficiale maggiore rispetto alle altre, onde evitare l'indesiderato inconveniente di effetti di usura concentrata che riducono la resistenza allo scivolamento, oltre a creare effetti estetici sgradevoli. Non bisogna, inoltre, trascurare nella scelta della specifica di resistenza meccanica superficiale della pavimentazione che la fascia centrale dei corridoi è quella che generalmente si usura di più, poiché le persone sono tendenzialmente portate a camminare al centro dei corridoi e non radenti alle pareti.

Tali considerazioni inducono a sostenere la tesi che la scelta, spesso adottata, di mettere in opera indiscriminatamente in tutto l'edificio lo stesso tipo di pavimentazione è sbagliata, poiché non tiene conto dei differenziati livelli prestazionali che essa deve garantire nei diversi elementi spaziali, in funzione delle variabili componenti dello specifico contesto d'uso.

Nella determinazione delle specifiche tecniche relative alla resistenza meccanica superficiale dunque bisogna tener conto della variabilità di tutti quei fattori ambientali e funzionali-spaziali che condizionano l'usura e la scalfitura, quali ad esempio la *localizzazione dell'elemento spaziale*, la *destinazione funzionale* e la *frequenza d'uso/carico d'utenza*.

Concludendo una pavimentazione che possiede resistenza meccanica superficiale è quella che durante tutta la sua vita utile è in grado di conservarsi priva di graffi, scalfiture o altri fenomeni di deterioramento superficiale che alterando l'interazione suola/superficie durante il movimento possono essere causa di inciampi e scivoloni sulla pavimentazione.

La qualità della resistenza meccanica superficiale della pavimentazione è fortemente condizionata dal rispetto di un altro requisito di percorribilità, la non adeguatezza del quale può compromettere il mantenimento del suo valore di resistenza all'abrasione. Tale requisito è la:

❖ *Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione*

Il processo di abrasione della superficie del rivestimento della pavimentazione è strettamente collegato al comportamento all'attacco chimico e alle macchie, nonché alla sua possibilità di consentire facili operazioni di rimozione dello sporco. Se il trattamento superficiale della pavimentazione non è adeguato alle sostanze chimiche eventualmente presenti nell'ambiente in cui la pavimentazione è messa in opera o alle sostanze chimiche utilizzate per la loro detersione, perché chimicamente troppo aggressive, la loro penetrazione in modo permanente può corrodere la superficie alterandone le caratteristiche di resistenza meccanica superficiale.

Inoltre, la presenza di polveri, terriccio, fango o altre sostanze estranee sulla superficie della pavimentazione se che si interpongono tra la suola della scarpa e la superficie sono quelle che provocano durante il camminamento i maggiori effetti graffianti e di usura, determinando un più veloce processo di abrasione della superficie.



Figura 74 Zerbini ben incassati posti all'ingresso dell'edificio o ogni qualvolta si passa da ambienti esterni ad ambienti interni può indurre gli utenti a pulirsi le suole delle scarpe dalla sporcizia portata dall'esterno ed evitare che eventuali materiali interposti tra suola e superficie, come fango, terriccio, polveri, ecc., possano accelerare il processo di abrasione della superficie determinato dall'usura.

La possibilità di poter rimuovere, con operazioni immediate, semplici, veloci e che non comportano l'uso di macchinari speciali, la presenza dello sporco presente sulla pavimentazione può contribuire a mantenere inalterate nel tempo le caratteristiche superficiali conferite alla pavimentazione. Viceversa, la necessità di rimuovere lo sporco con trattamenti di pulizia piuttosto energici, con l'ausilio di macchine o detergenti chimici potrebbe comportare di alterazioni superficiali se la pavimentazione non ha una resistenza chimica adeguata a tali prodotti.

Qui di seguito è stato elaborato uno schema delle relazioni di dipendenza tra i requisiti di percorribilità già individuate nella descrizione dei requisiti.

La tabella ha l'obiettivo di schematizzare queste relazioni di dipendenza, con lo scopo di avere un quadro delle reciproche influenze esistenti tra i requisiti di percorribilità più chiaro ed immediato. Inoltre l'obiettivo della tabella si specifica nella possibilità di verificare se esistono requisiti di percorsi e di elementi tecnici ivi presenti, maggiormente significativi ai fini della percorribilità, cioè se esistono uno o più requisiti che più di tutti incidono sulla qualità del camminare.

Al fine di consentire una chiara leggibilità della tabella sembra opportuno fornire alcune precisazioni circa la sua struttura logica.

Nelle righe e nelle colonne sono elencati in ordine alfabetico i requisiti di percorribilità così come individuati nella prima sezione del paragrafo.

La lettura delle righe fornisce l'opportunità di conoscere per ogni requisito di percorribilità quali sono gli altri requisiti da cui può dipendere la sua adeguatezza.

Ad esempio il requisito di adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite è garantito dal rispetto contestuale dei requisiti di *adeguatezza delle informazioni funzionali e spaziali implicite* e di *adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici*, così come già esposto in occasione della sua definizione e descrizione.

La lettura delle colonne, invece, consente di conoscere ogni requisito su quanti altri requisiti di percorribilità incide. In altri termini, consente di verificare l'influenza della non adeguatezza di ogni requisito sugli altri requisiti di percorribilità.

Ad esempio la non adeguatezza al contesto d'uso del requisito di *resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione* condiziona/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 6 diversi requisiti di percorribilità, e cioè i requisiti di *adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici*, di *continuità della texture della pavimentazione*, di *controllo dell'integrità fisico-materica della superficie di calpestio*, di *piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature*, di *resistenza allo scivolamento della pavimentazione* e di *resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*.

In particolare la colonna consente anche di evidenziare quali sono i requisiti maggiormente incidenti sulla qualità del camminare, poiché numericamente, quelli che se non adeguati al contesto d'uso invalidano l'adeguatezza di più requisiti di percorribilità.

TABELLA DEI RAPPORTI DI DIPENDENZA TRA I REQUISITI DI PERCORRIBILITÀ

Requisiti	Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite	Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite	Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici	Adeguatezza dimensionale dei percorsi	Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	Continuità della texture della pavimentazione	Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione	Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso	Disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi	Disponibilità di attrezzature per la sosta	Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso	Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature	Planarità della pavimentazione	Regolarità del percorso e dei piani di calpestio	Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione	Resistenza all'impronta della pavimentazione	Resistenza allo scivolamento della pavimentazione	Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione	Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione
Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite		■	■																
Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite	■		■	■										■					
Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici															■				■
Adeguatezza dimensionale dei percorsi	■				■			■	■	■	■	■		■					■
Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio			■					■	■	■	■	■		■			■		■
Continuità della texture della pavimentazione							■						■		■	■			■
Controllo dell'integrità fisico-materica della superficie di calpestio															■	■		■	■
Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso																			
Disponibilità di attrezzature per la sosta																			
Disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi																			
Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso												■							
Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature			■												■				■
Planarità della pavimentazione						■	■										■	■	
Regolarità del percorso e dei piani di calpestio																			
Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione						■	■						■				■		■
Resistenza all'impronta della pavimentazione																		■	
Resistenza allo scivolamento della pavimentazione					■							■		■					■
Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione																			■
Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione														■					

▲

Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici

▲

Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione

▲

Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature

▲

Regolarità del percorso e dei piani di calpestio

▲

Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione

▲

Resistenza allo scivolamento della pavimentazione

▲

Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione

▲

Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione

Forte dipendenza da

▲ Requisiti maggiormente significativi ai fini della percorribilità

La scheda mostra come alcuni requisiti sono quantitativamente più determinanti rispetto ad altri ai fini della qualità del camminare, in termini di comfort e sicurezza degli utenti durante l'attività di deambulazione.

Diversamente da come la opinione comune e la letteratura e normativa tecnica edilizia valutano, la resistenza allo scivolamento non è l'unica caratteristica a soddisfare l'esigenza di sicurezza alle cadute per scivolamento, né la più determinante. Negli edifici pubblici, infatti, dove le pavimentazioni sono sottoposte a massicce sollecitazioni di carico di utenza¹⁸⁸, il maggiore controllo nella scelta delle pavimentazioni va fatto per la sua resistenza meccanica superficiale e la sua resistenza agli attacchi chimici e alle macchie. Una resistenza all'abrasione e durezza della stessa inadeguata alle sollecitazioni del carico di utenza può compromettere tutta la classe di requisiti della percorribilità ed in particolare può alterare il coefficiente di attrito prefissato per quel contesto d'uso. Analogamente, superfici delle pavimentazioni non adeguate a consentire una efficace ed efficiente rimozione delle macchie di sporco, o, addirittura, che hanno un livello di porosità tanto elevato da assorbire le sostanze che su di esse cadono, possono altresì compromettere le esigenze di comfort e sicurezza degli utenti durante la deambulazione.

Riassumendo, la scheda mostra che i requisiti maggiormente significativi ai fini della percorribilità, sono:

- *Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 4 diversi requisiti di percorribilità;
- *Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 3 diversi requisiti di percorribilità;
- *Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 3 diversi requisiti di percorribilità;
- *Regolarità del percorso e dei piani di calpestio*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 3 diversi requisiti di percorribilità;

¹⁸⁸ Che comporta un maggiore sollecitazione superficiale del rivestimento dovuto allo scalpiccio delle suole sulla superficie ed una maggiore probabilità che questa possa sporcarsi.

- *Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 6 diversi requisiti di percorribilità;
- *Resistenza allo scivolamento della pavimentazione*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 3 diversi requisiti di percorribilità;
- *Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 3 diversi requisiti di percorribilità;
- *Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione*: la sua eventuale non adeguatezza al contesto d'uso influenza/invalida le condizioni di adeguatezza di ben 8 diversi requisiti di percorribilità;

Alla luce di tali risultati è possibile cominciare ad avanzare alcune conclusioni circa il ruolo delle pavimentazioni nella percorribilità degli edifici pubblici.

In primis, si può concludere che effettivamente la pavimentazione, quale elemento tecnico dei percorsi con cui l'utente instaura un'interazione di tipo fisico-motoria e fisico-percettiva durante l'attività del percorrere, gioca un ruolo fondamentale ai fini della classe di requisiti della percorribilità e della sua corrispondente classe di esigenza di qualità del camminare. Infatti, i requisiti tecnici delle pavimentazioni sono numericamente maggiori rispetto ai requisiti ambientali e funzionali-spaziali dei percorsi, oltreché maggiormente condizionanti l'intera classe di requisiti della percorribilità.

Tuttavia, sicuramente più innovativo, è il risultato raggiunto circa il ruolo della pavimentazione sul rischio di caduta degli utenti per scivolamento ed inciampo su di essa. La scheda dei rapporti di incidenza ha dimostrato che più che la resistenza allo scivolamento, i requisiti delle pavimentazioni più incidenti su tutti i requisiti di percorribilità negli edifici pubblici sono la resistenza meccanica superficiale e la resistenza agli attacchi chimici e alle macchie. In altri termini, resistenze meccaniche superficiali e resistenze alle macchie e agli attacchi chimici delle superfici delle pavimentazioni non adeguate al contesto d'uso sono in grado di alterare, rendendoli inadeguati, i valori di molti requisiti di percorribilità, compreso il coefficiente di attrito radente. Tale risultato mette in dubbio, quindi, il ruolo principe della resistenza allo scivolamento e del suo coefficiente di attrito come unico requisito e parametro di controllo utili a garantire la sicurezza alle cadute sulla pavimentazione, per arrivare ad asserire che la determinazione di un adeguato coefficiente d'attrito della superficie è condizione solo necessaria

ai fini delle cadute sullo stesso livello, ma non è sufficiente. Se infatti, la resistenza all'abrasione e alla scalfittura del trattamento superficiale, così come il livello di porosità della superficie non sono adeguati alle condizioni di carico d'utenza, in termini di sollecitazioni meccaniche superficiali e presenza di sostanze macchianti o corrosive sulla superficie, viene alterato il valore stesso del coefficiente d'attrito conferito al pavimento.

Alla luce di tali risultati è possibile affermare che la resistenza all'abrasione, la durezza, la porosità rappresentano indicatori delle pavimentazioni da controllare prioritariamente ai fini della percorribilità ed in particolare ai fini della sicurezza alle cadute per scivolamento e inciampo sulle pavimentazioni, al pari del coefficiente d'attrito radente.

Si tratta in effetti di parametri di controllo della pavimentazione che è sempre possibile trovare specificati nelle schede tecniche dei produttori delle pavimentazioni, il ché, nell'ottica che il risultato della ricerca vuole rappresentare anche uno strumento, per progettisti e committenti, di controllo delle pavimentazioni da mettere in opera negli edifici pubblici aiuta ad avere omogeneità di parametri da confrontare.



Figura 75 Requisiti di rivestimenti per pavimentazione specificati in scheda tecnica di un'azienda produttrice

Tuttavia i risultati fin qui raggiunti hanno altresì evidenziato che ai fini della percorribilità non è sufficiente il rispetto dei soli requisiti tecnici di resistenza delle pavimentazioni, poiché ben altri requisiti tecnici, funzionali-spaziali e ambientali degli elementi spaziali, quali spazi o percorsi, e di tutti gli elementi tecnici in essi presenti contribuiscono parimenti con questi a garantire qualità del camminare agli utenti negli edifici pubblici.

5.2 Il ruolo delle diverse componenti nell'ottica di un controllo integrato

Nel capitolo 3 sono stati individuati i fattori ambientali e funzionali-spaziali che possono potenzialmente incidere sulla percorribilità. In quella sede si è anche ampiamente discusso sul ruolo e sull'incidenza di tali fattori sulle caratteristiche di percorribilità di spazi/percorsi e dei suoi elementi tecnici.

In tale paragrafo, pertanto, alla luce dei requisiti di percorribilità già individuati attraverso la relazione con le esigenze d'uso di spazi e percorsi dei modelli di mobilità, sarà mostrato schematicamente su quali requisiti di percorribilità i fattori ambientali e funzionali-spaziali hanno incidenza, cioè possono condizionarne le prestazioni in uso.

Tale analisi dei rapporti di incidenza risulta determinante per l'individuazione di range di accettabilità delle specifiche tecniche delle pavimentazioni, che saranno così determinati in relazione al contesto d'uso reale.

A titolo esemplificativo la specifica di resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della superficie di calpestio varierà sicuramente in funzione del fattore spaziale *destinazione funzionale* dello spazio/percorso in cui la pavimentazione è messa in opera.

Infatti, a seconda che si tratti di elemento spaziale in cui si originano gli agenti contaminanti o che questi siano collocati in prossimità degli elementi spaziali in cui si originano gli agenti contaminanti la loro pavimentazione potrà essere più diffusamente o meno diffusamente contaminata dalle sostanze liquide o solide utilizzate. Tale variabilità del fattore spaziale comporta inevitabilmente di individuare delle specifiche tecniche relative alla resistenza alle macchie e agli agenti chimici adeguate al contesto d'uso così caratterizzato. Ad esempio le caratteristiche di resistenza alle macchie della pavimentazione di un ristorante, dove le sostanze usate sono oleose, sarà diversa da quella di un centro di analisi chimiche dove le sostanze sono di tipo chimico o organiche. Analogamente un conto è definire le specifiche tecniche di resistenza alle macchie nella cucina del ristorante dove queste sono sicuramente più diffuse, poiché elemento spaziale in cui si originano gli agenti contaminanti; un conto è definirle nella sala, elemento spaziale prossimo all'elemento in cui si originano gli agenti contaminanti, dove la probabilità che sostanze liquide o grasse possano finire sul pavimento è comunque alta, ma la loro presenza è meno diffusa.

SCHEMA DELLE RELAZIONI DI DIPENDENZA TRA I REQUISITI DI PERCORRIBILITÀ E I FATTORI AMBIENTALI E FUNZIONALI-SPAZIALI

Fattori ambientali e funzionali-spaziali		Requisiti										
		Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite	Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite	Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici	Adeguatezza dimensionale dei percorsi	Adeguatezza morfologia e allineatura delle superfici di calpestio	Continuità della texture della pavimentazione	Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione	Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso	Disponibilità di attrezzature mobili lungo i percorsi	Disponibilità di attrezzature per la sosta	Disponibilità di seggi fissi lungo il percorso
Illuminazione ¹⁸⁹	Quantità Illuminamento medio	↑	↑	↑								↑
	Qualità della luce Naturale/artificiale	↑	↑	↑								↑
	Diretta/indiretta											
	Colore della luce Fredda/calda	↑		↑								↑
	Localizzazione A parete/la soffitto	↑	↑	↑								
	Frontalmente/lateralmente al senso di marcia											
Rumore	Omogeneità della luce Uniformità e distribuzione delle luminanze	↑	↑			↑						↑
	Pressione sonora Presenza/assenza di rumori di fondo		↑									
Agenti atmosferici	Pioggia Presenza/assenza di superfici esposte all'acqua piovana											
	Umidità Presenza/assenza di superfici umide											
Localizzazione piano-altimetrica	Livello di piano Piani alti/altri piani											↑
	Prossimità a spazi esterni prossimi/non prossimi											↑
Destinazione funzionale	Elementi spaziali di origine degli agenti contaminanti Presenza diffusa di contaminanti											↑
	Elementi spaziali prossimi ad elementi di origine degli elementi contaminanti Prossimi/non prossimi											↑
Frequenza d'uso/carico d'utenza	Sollecitazioni di carico d'esercizio sull'intera pavimentazione Alto-atlissimo-medio-basso											↑
	Sollecitazioni di carico d'esercizio sulla superficie Alto-atlissimo-medio-basso											↑

Forte incidenza su



Requisiti condizionati dalla variabilità dei fattori ambientali e funzionali-spaziali

Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite

Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite

Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici

Continuità della texture della pavimentazione

Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature

Planarità della pavimentazione

Resistenza agli attacchi chimici e alle macchie della pavimentazione

Resistenza allo scivolamento della pavimentazione

Resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici della pavimentazione

Resistenza meccanica superficiale della pavimentazione

¹⁸⁹ Il fattore illuminazione incide sui requisiti di percorribilità quali: *adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite, adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite, adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici, continuità della texture della pavimentazione, planarità della pavimentazione e piacevolezza visiva e tattile degli elementi tecnici e delle attrezzature*. Si tratta di un'incidenza di tipo qualitativo, nel senso che l'illuminazione non altera effettivamente il parametro che definisce il requisito, ma solo la sua percezione da parte dell'utente. Ambienti caratterizzati da qualità e quantità di illuminazione inadeguate al contesto d'uso possono determinare ombre nette, fenomeni di riflessione e abbagliamento, illusioni visive, alterazioni della percezione cromatica dei trattamenti superficiali degli elementi tecnici, ecc. In tali circostanze viene alterata la percezione visiva dello spazio e dei suoi elementi tecnici negli utenti con la conseguente maggiore difficoltà nell'individuazione degli input visivi forniti dalle informazioni funzionali e spaziali implicite. Fermo restando la necessità di assicurare luminanze omogeneamente distribuite e illuminazioni di tipo indirette, per evitare i contrasti luce/ombra sui piani di calpestio (il modello *mobilità con leve/grave riduzione della funzionalità visiva* può percepire le ombre come degli ostacoli o dei vuoti), sarebbe opportuno garantire degli incrementi dei livelli di luminanza solo in corrispondenza di quegli elementi spazio-funzionali che costituiscono informazioni di wayfinding. Tali considerazioni confermano la natura sistemica dell'organismo edilizio che impone lo svolgimento in parallelo del progetto illuminotecnico e architettonico.

La lettura della scheda mostra come esistono alcuni requisiti di percorribilità i cui parametri/specifiche dipendono delle diverse condizioni ambientale e funzionali-spaziali dei fattori caratterizzanti il contesto d'uso.

In particolare fattori quali agenti atmosferici, localizzazione plano-altimetrica, destinazione funzionale e frequenza d'uso/carico d'utenza hanno un'incidenza su quei requisiti tecnici delle pavimentazione di *resistenza*, nella misura in cui la loro variabilità impone di modificare, a seconda dei casi, le specifiche tecniche che tali requisiti di resistenza devono possedere per essere adeguati al contesto d'uso.

Diversamente il fattore illuminazione incide sui requisiti di percorribilità quali: *adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite, adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite, adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici, continuità della texture della pavimentazione, planarità della pavimentazione e piacevolezza visiva e tattile degli elementi tecnici e delle attrezzature*. Si tratta di un'incidenza di tipo qualitativo, nel senso che l'illuminazione non altera effettivamente il parametro che definisce il requisito, ma solo la sua percezione da parte dell'utente. Ambienti caratterizzati da qualità e quantità di illuminazione inadeguate al contesto d'uso possono determinare ombre nette, fenomeni di riflessione e abbagliamento, illusioni visive, alterazioni della percezione cromatica dei trattamenti superficiali degli elementi tecnici, ecc. In tali circostanze viene alterata la percezione visiva dello spazio e dei suoi elementi tecnici negli utenti con la conseguente maggiore difficoltà nell'individuazione ed interpretazione degli input visivi forniti dalle informazioni funzionali e spaziali implicite. Fermo restando la necessità di assicurare luminanze omogeneamente distribuite e illuminazioni di tipo indirette, per evitare i contrasti luce/ombra sui piani di calpestio (il modello *mobilità con leve/grave riduzione della funzionalità visiva* può percepire le ombre come degli ostacoli o dei vuoti). Tali considerazioni confermano la natura sistemica dell'organismo edilizio che impone lo svolgimento in parallelo del progetto illuminotecnico e architettonico. Per tali ragioni per i requisiti in questione saranno elaborate le specifiche che devono possedere per soddisfare le esigenze di qualità del camminare dell'utente dando per scontato che il progetto illuminotecnico sia conforme a quanto prescritto dalle norme per consentire il benessere visivo di spazi/percorsi.

5.3 Individuazione delle specifiche tecniche dei percorsi e delle pavimentazioni in rapporto all'integrazione delle componenti del contesto

Il paragrafo è volto a definire le specifiche o range di accettabilità, quantitative e qualitative, che le pavimentazioni e i percorsi degli edifici pubblici devono possedere per garantire la qualità del camminare degli utenti. Tale risultato è raggiunto attraverso logiche e criteri in grado di integrare le diverse componenti che incidono sulla qualità del camminare.

Infatti la scheda delle relazioni di dipendenza tra i requisiti di percorribilità e i fattori ambientali e funzionali-spaziali elaborata nel paragrafo precedente ha dimostrato come le specifiche di alcuni requisiti variano in funzione delle diverse caratteristiche ambientali o funzionali-spaziali che possono verificarsi nel contesto d'uso. Tale determinazione comporta la necessità di specificare taluni requisiti in funzione, appunto della variabilità di quei fattori oggettivi relativi al sistema ambientale e funzionale-spaziale da cui sono influenzati.

Saranno, quindi, elaborate schede separate per ciascun requisito, laddove esiste la relazione con i fattori ambientali e funzionali spaziali, ed una scheda relativa alle specifiche di quei requisiti cui specifiche non dipendono dalla variabilità dei fattori ambientali e funzionali-spaziali.

Le schede di seguito elaborate potranno rappresentare, secondo l'obiettivo della ricerca, uno strumento di controllo per progettisti e committenti sull'adeguatezza delle caratteristiche pavimentazioni da mettere in opera negli edifici pubblici e più in generale uno strumento di controllo della percorribilità in tali contesti, al fine di garantire la qualità del camminare degli utenti.

Saranno elaborate nr. 5 schede di specifiche tecniche dei pavimenti, nello specifico quelle relative ai requisiti di resistenza allo scivolamento, resistenza meccanica superficiale, resistenza meccanica ai carichi statici e dinamici, resistenza agli attacchi chimici e alle macchie e adeguatezza cromatica e di finitura in relazione ai variabili fattori ambientali e funzionali-spaziali da cui dipendono.

Sarà elaborata inoltre una scheda di individuazione delle specifiche relative agli altri requisiti di percorribilità, nella fattispecie di quelli i cui parametri non variano in funzione dei fattori ambientali e funzionali-spaziali che caratterizzano il contesto d'uso.

DETERMINAZIONE DELLA SPECIFICA DEL REQUISITO DI RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO DELLA PAVIMENTAZIONE IN FUNZIONE DELLA VARIABILITÀ DEI FATTORI AMBIENTALI E FUNZIONALE-SPAZIALI

Fattori ambientali e funzionali-spaziali			Specifica del requisito		Valore di attrito ¹⁹⁰
Fattore	Parametro di controllo	Misura/livello del parametro			
Agenti atmosferici	Pioggia	Presenza di superfici di calpestio esposte		$0,45 \leq \mu \leq 0,6$	R 12
		Assenza di superfici di calpestio esposte		$\mu = 0,40$	R11
	Umidità	Presenza di superfici di calpestio esposte		$0,45 \leq \mu \leq 0,6$	R 12
		Assenza di superfici di calpestio esposte		$\mu = 0,40$	R11
Localizzazione piano altimetrica	Livello di piano	Piano terra		$0,4 \leq \mu \leq 0,5$	R11/R12
		Altri piani superiori o inferiori al piano terra		$\mu = 0,40$	
	Prossimità a spazi esterni	Prossimità agli ingressi		$0,4 \leq \mu \leq 0,45$	R11/R12
		Prossimità a balconi, terrazzi		$0,4 \leq \mu \leq 0,45$	R11/R12
Destinazione funzionale	elementi spaziali di origine degli elementi contaminanti (sostanze contaminanti di processo)	presenza di sostanze contaminanti di processo diffusa*	Oli	$0,45 \leq \mu \leq 0,6$	R12
			Liquidi zuccherini	$0,3 \leq \mu \leq 0,40$	R10/R11
			Liquidi non zuccherini	$0,4 \leq \mu \leq 0,5$	R11/R12
	prossimità degli elementi spaziali agli ambienti di origine degli elementi contaminanti	probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti alta*	Oli	$0,4 \leq \mu \leq 0,45$	R11/R12
			Liquidi zuccherini	$0,35 \leq \mu \leq 0,40$	R10/R11
			Liquidi non zuccherini	$\mu = 0,40$	R11
	probabilità di introduzione di agenti contaminanti a causa dell'uso improprio	probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti bassa*	Oli; liquidi zuccherini e non	$\mu = 0,40$	R11
		probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti alta*	Oli	$0,4 \leq \mu \leq 0,45$	R11/R12
			Liquidi zuccherini	$0,35 \leq \mu \leq 0,40$	R10/R11
	Liquidi non zuccherini	$\mu = 0,40$	R11		
	probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti bassa*	Oli; liquidi zuccherini e non	$\mu = 0,40$	R11	

*Si veda *Tabella delle sostanze contaminanti e dei livelli di contaminazione in funzione dei fattori funzionali-spaziali* elaborata nel paragrafo 3.2 per individuare quali sono le sostanze contaminanti o macchianti eventualmente presenti.

¹⁹⁰ Misurato come coefficiente di attrito radente μ , secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A. Tortus); e come classe di resistenza allo scivolamento R, secondo la norma DIN 51130/2004. Prüfung von Bodenbelägen - Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft - Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr, Begehungsverfahren - Schiefe Ebene. (Resistenza allo scivolamento delle pavimentazioni a piedi calzati). Per la determinazione dei valori di attrito in tabella si è fatto riferimento agli studi condotti da Martin Hugi, in Pavimenti e rivestimenti. Requisiti in materia di resistenza antiscivolo negli ambienti pubblici e privati con pavimenti scivolosi, Edito da UPI Ufficio svizzero per la prevenzione degli infortuni, Berna 2005, e alle prescrizioni previste dal D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*.

DETERMINAZIONE DELLE SPECIFICHE DEL REQUISITO DI RESISTENZA MECCANICA SUPERFICIALE DELLA PAVIMENTAZIONE IN FUNZIONE DELLA VARIABILITÀ DEI FATTORI AMBIENTALI E FUNZIONALE-SPAZIALI

Fattori ambientali e funzionali-spaziali			Specifica del requisito			livelli abrasione ¹⁹¹
Fattore	Parametro di controllo	Misura/livello del parametro				
Localizzazione piano altimetrica	Livello di piano	Piano terra	V < 175 mm ³	PEI V	T	
		Altri piani superiori o inferiori al piano terra	175 mm ³ < V < 275 mm ³	PEI IV	T	
	Prossimità a spazi esterni	Prossimità agli ingressi	V < 175 mm ³	PEI V	T	
		Prossimità a balconi, terrazzi	V < 175 mm ³	PEI V	T	
Frequenza d'uso/carico d'utenza	Sollecitazioni di carico d'esercizio sulla superficie della pavimentazione	altissimo	V < 175 mm ³	PEI V	T	
		alto	175 mm ³ < V < 275 mm ³	PEI IV	T	
		medio	275 mm ³ < V < 393 mm ³	PEI III	P	
		basso	393 mm ³ < V < 541 mm ³	PEI II	P	

L'attribuzione è stata effettuata sulla base di dati normativi e sulla base di indagini condotte sui materiali per rivestimenti prodotti in Europa. È certamente più prudente, per il progettista di sistemi di pavimentazione, sovrastimare un po' i requisiti da rispettare, per non correre il rischio, sottostimando il livello di sollecitazione, di prescrivere materiali con prestazioni inadeguate.

¹⁹¹ Per la determinazione dei livelli di abrasione si è fatto riferimento alle prescrizioni previste dalle norme EN ISO 10545/2000 (Parte 6). Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza all'abrasione profonda per piastrelle non smaltate (dove V è il volume di materiale rimosso); EN ISO 10545/2000 (Parte 7). Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza all'abrasione profonda per piastrelle smaltate (Classe di resistenza PEI); UNI EN 653/1998 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloloruro di vinile espanso (cushioned). Si precisa che nel caso di rivestimenti non smaltati, viene misurato il volume rimosso in particolari condizioni di abrasione (abrasione profonda). In tali casi un rivestimento viene considerato tanto più resistente all'abrasione, quanto minore è il volume di materiale rimosso. Per i rivestimenti smaltati, viene realizzato un processo di abrasione superficiale di intensità crescente, e la valutazione degli effetti conseguenti viene condotta mediante un esame visivo in condizioni di osservazione specificate. In funzione dell'esito di tali osservazioni, al rivestimento misurato viene assegnata una classe di resistenza all'abrasione (Classe PEI 0, I, II, III, IV, V, in ordine crescente di resistenza). Va sottolineato che la classe di resistenza PEI V viene assegnata a rivestimenti che, oltre a non evidenziare effetti visivi dopo abrasione, dimostrano di mantenere una adeguata resistenza alle macchie, e quindi una adeguata pulibilità. Un prodotto a bassa resistenza Classe PEI I può essere considerato idoneo per il pavimento di piani si calpestio sottoposti a livelli di sollecitazione di frequenza d'uso/carico d'utenza basso ad esempio il bagno di una camera per le degenze, ma non certamente per la pavimentazione di un atrio di ingresso dove le sollecitazioni sono maggiori. Bisogna tenere conto che nel caso di rivestimenti non smaltati, il volume abraso aumenta all'aumentare dell'assorbimento d'acqua.

DETERMINAZIONE DELLE SPECIFICHE DEL REQUISITO DI RESISTENZA MECCANICA AI CARICHI STATICI E DINAMICI DELLA PAVIMENTAZIONE IN FUNZIONE DELLA VARIABILITÀ DEI FATTORI AMBIENTALI E FUNZIONALE-SPAZIALI

Specifica del requisito			Resistenza a rottura ¹⁹²		Porosità ¹⁹³
Fattori ambientali e funzionali-spaziali					
Fattore	Parametro di controllo	Misura/livello del parametro			
Frequenza d'uso/carico d'utenza	Sollecitazioni di carico d'esercizio sulla superficie della pavimentazione	Altissimo	$\sigma \geq 35 \text{ N/mm}^2$	Classe 34/43	AA $\leq 0,5 \%$
		alto	$\sigma \geq 30 \text{ N/mm}^2$	Classe 33/42	AA $\leq 0,5 \%$
		medio	$23 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma \leq 35 \text{ N/mm}^2$	Classe 32/41	$0,5 \% \leq \text{AA} \leq 3 \%$
		basso	$18 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma \leq 22 \text{ N/mm}^2$	Classe 31	$0,5 \% \leq \text{AA} \leq 3 \%$

L'attribuzione è stata effettuata sulla base di dati normativi e sulla base di indagini condotte sui materiali per rivestimenti prodotti in Europa. È certamente più prudente, per il progettista di sistemi di pavimentazione, sovrastimare un po' i requisiti da rispettare, per non correre il rischio, sottostimando il livello di sollecitazione, di prescrivere materiali con prestazioni inadeguate.

¹⁹² Per la determinazione della resistenza a rottura si è fatto riferimento ai *moduli di rottura a flessione* σ e alle *classi di resistenza a rottura* secondo quanto previsto dalle prescrizioni previste dalle norme EN ISO 10545/ (Parte 4). Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza a flessione e della forza di rottura; UNI EN 685/1997. Edilizia. Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Classificazione.

Si precisa che il modulo di rottura a flessione σ , caratteristica del materiale costituente il rivestimento, tende ad aumentare all'aumentare della compattezza, ovvero al diminuire della porosità. Per i pavimenti, su cui le condizioni di esercizio prevedono sollecitazioni meccaniche massive molto gravose, la scelta dovrebbe prudentemente orientarsi su rivestimenti dei gruppi I o IIa, ad esempio, BIa, BIb, AI, AIIa (secondo la classificazione prevista dalla UNI EN 14411/2007. Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura), con una forte attenzione allo spessore dei singoli elementi costituenti il rivestimento. Da un punto di vista fisico-matematico il carico di rottura a flessione misurato in Newton (N) è il carico che, applicato in condizioni e con modalità definite, porta alla rottura della piastrella sottoposta a prova. Lo sforzo di rottura, invece, è la forza, emessa dal rivestimento, necessaria a contrastare il carico di rottura ed il suo valore è funzione anche della dimensioni del singolo elemento costituente il rivestimento (larghezza e spessore). pertanto, il valore del carico di rottura, misura della "prestazione meccanica" del rivestimento, aumenta all'aumentare sia del modulo di rottura, sia dello spessore. Giova però sottolineare che da un punto di vista matematico l'influenza dello spessore sul carico di rottura è maggiore (a tal proposito si veda la formula per calcolare il modulo di rottura espressa nella norma EN ISO 10545/2000 parte 4.). Ne deriva che mentre, ad esempio, ad un raddoppio del modulo di rottura corrisponde un raddoppio del carico di rottura, un raddoppio dello spessore porta, a parità di ogni altra condizione, ad un carico di rottura incrementato di quattro volte. Un brevissimo esempio: supponiamo di avere una piastrella di formato 30 x 30 cm, con spessore di 10 mm, appartenente al Gruppo BIb. Sottoposta a prova di flessione, essa fornisce i seguenti risultati: $\sigma = 25 \text{ N/mm}^2$; $F = 1786 \text{ N}$. Se preferissimo a questo prodotto una piastrella di identico formato e spessore, ma appartenente al gruppo BIa e dotata di un valore doppio di σ ($\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$), potremmo attenderci da questa un valore doppio del carico di rottura F (3572 N). Se ora considerassimo una piastrella di identico formato, dello stesso materiale BIa e quindi con identico modulo di rottura ($\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$), ma con spessore di 20 mm anziché 10 mm, la troveremmo dotata di un carico di rottura $F = 14288 \text{ N}$, pari al quadruplo del valore precedente. In Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Edicer, Bologna 2004.

¹⁹³ Per la determinazione dei livelli di porosità del materiale costituente il rivestimento della pavimentazione si è fatto riferimento alla norma UNI EN 14411/2007. Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura. L'assorbimento d'acqua (espressa come AA), o meglio, la porosità, di cui l'assorbimento d'acqua fornisce una misura, influenza e condiziona in misura significativa molte caratteristiche tecniche: ad esempio, la resistenza meccanica. In generale, quanto minore è l'assorbimento d'acqua (e tanto maggiore è dunque la compattezza del materiale) tanto maggiore è la resistenza meccanica.

DETERMINAZIONE DELLE SPECIFICHE DEL REQUISITO DI RESISTENZA AGLI ATTACCHI CHIMICI E ALLE MACCHIE DELLA PAVIMENTAZIONE¹⁹⁴ IN FUNZIONE DELLA VARIABILITÀ DEI FATTORI AMBIENTALI E FUNZIONALE-SPAZIALI

Fattori ambientali e funzionali-spaziali			Specifica del requisito		Classe di resistenza agli attacchi chimici ¹⁹⁵	Classe di resistenza alle macchie ¹⁹⁶	Rugosità ¹⁹⁷	Porosità ¹⁹⁸
Fattore	Parametro di controllo	Misura/livello del parametro						
Localizzazione piano altimetrica	Livello di piano	Piano terra	A	0	5	Bassa	AA ≤ 0,5 %	
		Altri piani superiori o inferiori al piano terra	A	1	4	Media	0,5 % ≤ AA ≤ 3 %	
	Prossimità a spazi esterni	Prossimità agli ingressi	A	0	5	Bassa	AA ≤ 0,5 %	
		Prossimità a balconi, terrazzi	A	0	5	Bassa	AA ≤ 0,5 %	
Destinazione funzionale	elementi spaziali di origine delle sostanze contaminanti (sostanze contaminanti di processo)	presenza di sostanze contaminanti di processo diffusa	A	0	5	Bassa	AA ≤ 0,5 %	
	prossimità degli elementi spaziali agli ambienti di origine delle sostanze contaminanti	probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti alta	A	0	5	Bassa	AA ≤ 0,5 %	
		probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti bassa	A	1	4	Media	0,5 % ≤ AA ≤ 3 %	
	probabilità di introduzione di sostanze contaminanti a causa dell'uso improprio	probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti alta	A	0	5	Bassa	0,5 % ≤ AA ≤ 3 %	
		probabilità di presenza non diffusa di sostante contaminanti macchianti bassa	A	1	4	Media	0,5 % ≤ AA ≤ 3 %	
	Frequenza d'uso/carico d'utenza	Sollecitazioni di carico d'esercizio sulla superficie della pavimentazione	Altissimo	A	0	5	Bassa	0,5 % ≤ AA ≤ 3 %
alto			A	0	4	Bassa	0,5 % ≤ AA ≤ 3 %	
medio			A	1	3	Media	3 % ≤ AA ≤ 6 %	
basso			A	1	3	Media	3 % ≤ AA ≤ 6 %	

¹⁹⁴ Si ricorda che la resistenza agli attacchi chimici è la caratteristica che definisce il comportamento della superficie del rivestimento a contatto con agenti chimicamente aggressivi, ossia potenzialmente in grado, per la loro composizione e caratteristiche chimiche, di reagire con la superficie ceramica stessa, corrodendola, penetrandovi in modo permanente o comunque alterandone l'aspetto estetico. La resistenza alle macchie, invece, definisce il comportamento della superficie del rivestimento a contatto con sostanze macchianti, ed è valutata in funzione dell'efficacia e all'efficienza con cui le macchie di definite sostanze, applicate sulla superficie stessa in condizioni specificate, possono venire rimosse. La resistenza alle macchie permette dunque di valutare la "pulibilità" di una superficie.

¹⁹⁵ Per la determinazione delle classi di resistenza agli attacchi chimici si è fatto riferimento alle norme EN ISO 10545/2000 (Parte 13). Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza chimica; e UNI EN 423/1994 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della macchiabilità.

¹⁹⁶ Per la determinazione delle classi di resistenza alle macchie e alle condizioni di efficacia ed efficienza delle operazioni di pulizia si è fatto riferimento alla norma UNI EN ISO 10545/2000 (Parte 14). Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza alle macchie. UNI EN 423/1994 Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della macchiabilità.

¹⁹⁷ La rugosità della superficie del rivestimento rappresenta un parametro importante ai fini di efficaci ed efficienti operazioni di rimozione dello sporco e delle macchie. Una superficie liscia, oltre che compatta, è certamente meglio pulibile di una superficie rugosa. Tuttavia è necessario considerare che la specifica di bassa rugosità utile a soddisfare il requisito di resistenza alle macchie si oppone con quella di alta rugosità necessaria a garantire la resistenza allo scivolamento della stessa. Tale contrasto è risolubile solo ricorrendo a prodotti a superficie rugosa (secondo i parametri prescritti nella tabella relativa alla resistenza allo scivolamento), ma dotati di eccellenti livelli di resistenza all'abrasione ed all'attacco chimico, e quindi in grado di sopportare senza deteriorarsi azioni di pulizia particolarmente vigorose dal punto di vista meccanico e chimico. A tale proposito è preferibile riferirsi alle classi di resistenza prescritte in tabella. Per la determinazione della rugosità si è fatto riferimento agli studi condotti da Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Edicer, Bologna 2004. Tuttavia va considerato che

¹⁹⁸ Per la determinazione dei livelli di porosità del materiale costituente il rivestimento della pavimentazione si è fatto riferimento alla norma UNI EN 14411/2007. Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura. La compattezza della superficie è certamente un fattore importante rispetto all'attacco chimico: quanto più compatta è la superficie, tanto minori sono le possibilità che le sostanze chimicamente aggressive e macchianti hanno di penetrarvi, per esercitare la rispettiva azione. Deve tuttavia essere considerata anche la distribuzione delle dimensioni dei pori sulla superficie, per cui materiali estrusi relativamente porosi hanno evidenziato comportamenti accettabili.

DETERMINAZIONE DELLE SPECIFICHE DEL REQUISITO DI ADEGUATEZZA CROMATICA E DI FINITURA DELLA PAVIMENTAZIONE IN FUNZIONE DELLA VARIABILITÀ DEI FATTORI

Fattori ambientali e funzionali-spaziali			Coefficiente di riflessione della pavimentazione ¹⁹⁹
Specifica del requisito			
Fattore	Parametro di controllo	Misura/livello del parametro	
illuminazione	Quantità di luce	Livello di illuminazione media ²⁰⁰ = da 0 lux a 150 lux	0,30
		Livello di illuminazione media = da 150 lux a 350 lux	0,20
		Livello di illuminazione media = da 350 a 700 lux	0,15
	Qualità dell'illuminazione	Indiretta	0,30
		Diretta	0,20
	Colore della luce	Fredda (lunghezza d'onda della luce) ²⁰¹	0,20
		Calda(lunghezza d'onda della luce)	0,30
	Localizzazione della fonte luminosa	A parete	0,30
		A soffitto	0,20
		Frontalmente al senso di marcia	0,20
		Lateralmente al senso di marcia	0,20

¹⁹⁹ Per la determinazione di adeguati coefficienti di riflessione della pavimentazione si è fatto riferimento alle norme UNI EN ISO 11064/2005 (Parte 6) Progettazione ergonomica di centri di controllo. Requisiti ambientali per centri di controllo; AFNOR NF X 08-004 Couleurs. couleurs d'ambiance pour les lieux de travail; UNI 10530/1997 Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione; nonché al foglio di calcolo del numero dei punti luce in ambienti di lavoro e non elaborato dallo IUAV Istituto Univeristario di Architettura di Venezia, Dipartimento di Costruzione dell'Architettura, Prof. Ing. Giancarlo Rossi nel 11/2001.

²⁰⁰ Misurato a 85 cm dal pavimento, come previsto dalla. Norma UNI 10380/1994 (Appendice C) Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale.

²⁰¹ Negli spazi ad uso pubblico sono da preferire le luci calde a quelle fredde con una temperatura compresa tra i 2800 e i 4000 K. Norma UNI 10380/1994 Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale e Norma UNI 8097/2004 Metropolitane. Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie.

DETERMINAZIONE DELLE SPECIFICHE DEGLI ALTRI REQUISITI DI PERCORRIBILITÀ

Requisito	Specifica
Adeguatezza delle informazioni ambientali esplicite	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo della modalità di fornitura dell'informazione: Le informazioni della segnaletica devono essere fornite attraverso diverse modalità, affinché possano essere percepite e utilizzate da tutti i canali sensoriali: in forma visiva, con segnali grafici, in forma verbale, con messaggi acustici²⁰² ed in forma tattile, con segnali e percorsi tattili e mappe tattili. • Tipologia degli avvisi forniti dalla segnaletica: Nei percorsi deve essere presente, quando necessaria, segnaletica orizzontale e verticale di <i>posizione/identificazione, di direzione e di informazione</i>. Devono essere opportunamente segnalati, anche con l'aiuto di pittogrammi e simboli le caratteristiche altimetriche dei percorsi che l'utente si accinge a percorrere, qualora ci siano percorsi alternativi²⁰³, per evitare che l'utente si indirizzi verso ambienti o attrezzature in maniera inconsapevole rispetto alle energie che dovrà impegnare per percorrerli. Sono da evitare i segnali convenzionali per indicare percorsi alternativi per <i>disabili</i>²⁰⁴. • Controllo della collocazione della segnaletica nell'elemento spaziale: Tutta la segnaletica deve essere collocata all'interno dell'elemento spaziale in maniera tale da attirare l'attenzione dell'utente. In genere i segnali collocati in posizioni inusuali possono attrarre più facilmente l'attenzione degli utenti, ad esempio se appesi al soffitto.²⁰⁵ La segnaletica grafica deve essere posizionata a distanze dal punto di vista tali da essere facilmente e chiaramente percepite e comprese, qualsiasi sia la caratteristica sensoriale e motoria degli utenti. Tale distanza deve essere calcolata secondo la formula $A \geq L^2/2000$²⁰⁶. Tutta la segnaletica deve essere posizionata ad un'altezza dal piano di calpestio tale da consentire a tutti una comoda esplorazione visiva del segnale²⁰⁷, segnaletica posta troppo in alto o distante dal punto di visione può creare problemi di lettura. Per determinare l'altezza dal piano di calpestio in cui posizionare il segnale bisogna tener conto della distanza massima di visibilità, pertanto si consigliano altezze di posizionamento equivalenti a: per distanza di visibilità uguale a 12 mt posizionare il segnale ad un'altezza dal piano di calpestio pari a 3,20 mt.; per distanza di visibilità uguale a 10 mt posizionare il segnale ad un'altezza dal piano di calpestio pari a 2,90 mt.; per distanza di visibilità uguale a 8 mt posizionare il segnale ad un'altezza dal piano di calpestio pari a 2,60 mt.; per distanza di visibilità uguale a 6 mt posizionare il segnale ad un'altezza dal piano di calpestio pari a 2,20 mt.²⁰⁸ La segnaletica deve essere collocata in posizioni tali da evitare i fenomeni di abbagliamento e riflessione determinati dagli elementi tecnici su cui essa poggia o dalle caratteristiche ambientali ad essa retrostanti: ad esempio si sconsiglia di posizionare la segnaletica grafica dietro superfici vetrate, dove il riflesso del vetro può rendere illeggibile l'informazione. Analogamente si sconsiglia di apporre pannelli segnaletici davanti a finestre o qualsiasi altro elemento da cui proviene una fonte luminosa, che potrebbe causare l'abbagliamento e la conseguente momentanea difficoltà/impossibilità di leggere l'informazione. Le mappe tattili dovrebbero essere localizzate in punti strategici: ad esempio all'inizio del percorso-guida, prima che questo presenti delle indicazioni di <i>Svolta o di Attenzione/servizio</i>. Inoltre l'asse della mappa deve essere orientato in maniera tale da facilitarne la memorizzazione da parte dell'utente che la utilizza: ad esempio l'asse della mappa orientato nello stesso identico senso del percorso ideale facilita la memorizzazione del percorso da seguire nell'utente che le utilizza. La segnaletica di posizione (o identificativa) per essere efficace deve essere disposta nella posizione più vicina possibile al punto interessato. La segnaletica direzionale deve avere una sequenza logica dal punto di inizio fino alla/e destinazioni cercate. • Controllo delle dimensioni dell'avviso sul segnale: La segnaletica grafica deve possedere un'altezza del carattere o una dimensione del pittogramma chiaramente visibile a qualsiasi capacità funzionale visiva. Le lettere impiegate nel segnale devono avere un'altezza pari alla metà dell'altezza del segnale • Controllo della tipologia di carattere usato per la segnaletica grafica: Il tipo di carattere usato per la segnaletica grafica deve essere leggibile in maniera chiara e confortevole. Le mappe tattili devono essere opportunamente leggibili con l'esplorazione dei polpastrelli. Se l'area da illustrare è particolarmente vasta, sarà opportuno frazionarla in più parti, ciascuna delle quali sarà riportata su una diversa mappa. • Controllo della dimensione del segnale: La dimensione del segnale deve essere tale da risultare visibile dalla distanza massima di percezione. Si consigliano le seguenti misure di altezza del segnale in funzione delle distanze di visibilità massime volute: per distanza massima di percezione uguale a 4 mt prevedere un'altezza del segnale pari a 25mm; per distanza massima di percezione uguale a 6 mt prevedere un'altezza del segnale pari a 40mm; per distanza massima di percezione uguale a 10 mt prevedere un'altezza del segnale pari a 60mm; per distanza massima di percezione uguale a 16 mt prevedere un'altezza del segnale pari a 100mm; per distanza massima di percezione uguale a 25 mt prevedere un'altezza del segnale pari a 160mm²⁰⁹. • Controllo del colore della segnaletica: Il colore della segnaletica deve essere tale da farla risultare nel contesto chiara e ben evidente: i colori nelle tonalità più brillanti sono degli efficaci attrattori dell'attenzione, sempre che sia correlata alla forza del contrasto con lo sfondo su cui vengono visti. I segnali devono mantenere di notte o quando illuminati con luce artificiale le stesse caratteristiche cromatiche²¹⁰. Un'attenzione particolare deve essere prestata nell'uso dei materiali fluorescenti perché

²⁰² Prevedere supporti informativi fonici.²⁰³ Ad esempio scegliere di dirigersi all'ascensore invece che alla scala, oppure scegliere di dirigersi alla scala mobile invece che alla scala pedonale, ecc.²⁰⁴ Il modello mobilità con sedia a ruote è consapevole che per poter salire al piano superiore deve usare l'ascensore, pertanto la consuetudine di apporre il segnale dedicato (disabile su sedia a ruote) per indicare la direzione da seguire per prendere l'ascensore risulta essere superfluo oltre che marchiante e stigmatizzante per tale categoria di utente. Un segnale di direzione riportante il pittogramma dell'ascensore o delle scale pedonali o mobili, può fornire, al contrario un'indicazione più efficace per tutti i modelli di mobilità.²⁰⁵ Sorana Daniela, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale*, in Paesaggio urbano, 4/2000.²⁰⁶ Al punto 8 della norma UNI 7543/2004 (Parte 1) *Colori e segnali di sicurezza. Prescrizioni generali* è indicata la formula per calcolare la distanza di visibilità della segnaletica complementare a quella di sicurezza in base alla sua dimensione secondo la formula $A \geq L^2/2000$. Dove per A s'intende l'area del segnale in m² e per L la distanza massima di visibilità in m. Tale prescrizione è applicabile per distanze $L < 50$ m.²⁰⁷ Segnali posti troppo in alto dal punto di visione possono creare problemi di lettura a coloro che hanno un punto di vista più basso, si pensi ad esempio al modello mobilità su sedia a ruote. L'altezza media dell'occhio da terra di una persona seduta su sedia a ruote è di circa cm. 125.²⁰⁸ Tali misure sono state desunte dalla norma UNI 7543/2004 (Parte 1) *Colori e segnali di sicurezza. Prescrizioni generali*.²⁰⁹ Al punto 9 della norma UNI 7543/2004 (Parte 1) *Colori e segnali di sicurezza. Prescrizioni generali* è indicato il prospetto per determinare le dimensioni dei segnali in funzione della distanza massima di percezione voluta per lo stesso.²¹⁰ UNI 7543/2004 (Parte 2) *Colori e segnali di sicurezza. Proprietà colorimetriche e fotometriche dei materiali*.

Requisito	Specifica
	<p>mutano il normale contrasto cromatico. Il colore della segnaletica deve poter essere utilizzato in forma di codice per differenziare i diversi tipi di informazione. Tra i caratteri usati nella segnaletica e lo sfondo ci dovrebbe essere un buon contrasto cromatico. A tal proposito combinazioni di colori adeguati potrebbero essere, in ordine di preferenza: nero su bianco; bianco su blu; verde su bianco; blu su bianco; nero su giallo; rosso su giallo; rosso su bianco. O comunque colori scuri su fondo chiaro²¹¹.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo dei trattamenti cromatici, aptici e sonori delle superfici orizzontali e verticali</i>²¹²: Le superfici delle pavimentazioni dei piani di calpestio e le superfici delle pareti devono poter rappresentare un ausilio per il chiaro riconoscimento dei percorsi. Qualora i percorsi non dovessero presentare guide naturali²¹³ utili per il modello mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva, la pavimentazione deve comunicare attraverso un trattamento aptico e sonoro della sua superficie informazioni di orientamento e wayfinding. In tali casi veri e propri "percorsi tattili" con adeguata differenziazione aptica, cromatica e sonora delle superfici²¹⁴ devono essere installati nei grandi spazi, dove mancano riferimenti fisici o acustici che possano indirizzare coloro i quali si spostano con grave/assente funzionalità visiva nella giusta direzione. Tali percorsi devono essere composti dagli opportuni codici tattili e indirizzare l'utente in tutti gli ambienti aperti al pubblico presenti nell'edificio. Tale guida o percorso tattile deve essere presente in modo continuo su tutto il percorso che il modello deve svolgere; il suo andamento deve essere, semplice, regolare, e di facile lettura, quindi opportunamente composto dai diversi codici tattili. Eventuali decorazioni delle superfici di pavimentazioni e pareti devono comunicare attraverso la loro texture, il materiale o il colore informazioni di orientamento e wayfinding a tutti qualsiasi sia l'abilità sensoriale o motoria: le variazioni di rivestimento utilizzate per esigenze decorative, come ad esempio inserti nel pavimento o alle pareti dovrebbero essere relazionate all'attività di orientamento e wayfinding. Tali caratterizzazioni dei trattamenti superficiali dovrebbero essere costanti lungo tutto lo sviluppo del percorso o nelle stesse aree funzionali, a meno che la variazione del trattamento superficiale non voglia comunicare cambiamenti intercorsi delle caratteristiche funzionali-spaziali del percorso²¹⁵. Lungo il percorso i punti critici sono quelli in cui operare una scelta tra due o più direzioni di navigazione, in tali casi le svolte o le intersezioni devono essere opportunamente segnalate con trattamenti cromatici, tattili e sonori delle superfici verticali e orizzontali. • <i>Controllo della quantità dei segnali</i>: Bisogna evitare un numero eccessivo di segnali nello stesso ambiente che potrebbero sortire confusione nelle decisioni di wayfinding e nelle operazioni di orientamento dell'utente.
Adeguatezza delle informazioni spaziali e funzionali implicite ²¹⁶	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della visibilità degli elementi costituenti informazioni di wayfinding</i>: Consentire la visibilità diretta degli elementi chiave²¹⁷, attraverso la collocazione delle attrezzature e delle destinazioni di interesse pubblico che li renda direttamente visibili dall'utente lungo il suo percorso. Ad esempio collocare il gruppo ascensori o il gruppo scale in maniera che sia direttamente visibile dall'atrio d'ingresso dell'edificio consente all'utente di essere immediatamente a conoscenza del percorso da seguire per collegarsi con gli altri ambienti dell'edificio. Le prospettive dei percorsi non dovrebbero essere chiuse da muri anonimi o porte e attrezzature che non sono di uso pubblico. Consentire la visibilità piano altimetrica dell'edificio, attraverso conformazioni architettonico-spaziali che siano in grado di facilitare la comprensione della sua struttura complessiva immediatamente senza doverla prima esperire attraverso la navigazione. Ad esempio la scelta di planimetrie organizzate intorno ad un atrio centrale o che prevedono delle corti interne facilitano la percezione cognitiva dello spazio. Consentire la visibilità verso l'esterno/interno dell'edificio, attraverso la permeabilità allo sguardo delle superfici dei piani verticali e orizzontali verso l'esterno o l'interno. La presenza di bucatore o trasparenze di pareti o dei soffitti consente di far accedere visivamente gli utenti alle caratteristiche dello spazio interno ed esterno all'edificio, facilitando la comprensione dell'orientamento e le decisioni di wayfinding. • <i>Controllo della presenza/assenza di landmarker</i>: Caratterizzare/differenziare in senso areale i diversi elementi spaziali presenti nell'edificio attraverso l'uso di colori²¹⁸, illuminazione²¹⁹, grafica²²⁰ coerentemente scelti per mappare le regioni funzionalmente omogenee (Landmark). Secondo tale logica sarebbe opportuno

²¹¹ Tale soluzione risolve ad esempio il problema del modello *mobilità con lieve riduzione della funzionalità visiva* poiché ne determina la sua visibilità attraverso il contrasto cromatico tra sfondo e scritta e non attraverso il discernimento di colori diversi.

²¹² *La segnaletica sul piano di calpestio, proprio per la sua attitudine a fornire informazioni multisensoriali e permanenti, occupa un posto di assoluto rilievo tra le attrezzature per l'orientamento e la mobilità soprattutto del modello mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva. Anche la segnaletica sul piano di calpestio può essere dedicata o normale: alla prima categoria appartiene, un percorso guida realizzato mediante speciali manufatti con indicatori a rilievo (normalmente, linee e punti); alla seconda, per fare un esempio, inserti sul pavimento di colore e materiale diversi dal resto della pavimentazione che interrompe la continuità della superficie. Cfr. Lauria Antonio, Spadolini Pierluigi, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.*

Le superfici sono gli elementi con cui il modello mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva viene a contatto durante la navigazione nell'ambiente.

²¹³ Il modello mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva sfrutta i percorsi guida naturali per camminare autonomamente e in sicurezza, per percorsi guida naturali si intendono percorsi che consentono con la loro conformazione di guidare l'individuo lungo il percorso. Ad esempio un corridoio delimitato da pareti, cordoli, muretti è un percorso guida naturale. In tali casi non sono richiesti percorsi tattili per guidare l'utente.

²¹⁴ In particolare i pavimenti sono gli elementi con cui coloro che deambulano con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva vengono direttamente a contatto durante la navigazione nell'ambiente. La segnaletica sul piano di calpestio destinata ai non vedenti in particolare, a coloro che usano il bastone bianco è basata principalmente su manufatti con indicatori tattili (+/-) o con scabrosità superficiale e viene normalmente definita *Segnaletica tattile*. La segnaletica orizzontale per gli utenti con ridotta capacità visiva si basa, invece, sull'individuazione dei percorsi attraverso il contrasto cromatico e acromatico della superficie di calpestio.

Oltre che dagli ipovedenti (che rappresentano, comunque, la maggioranza della popolazione con minorazione visiva), l'informazione prodotta mediante la segnaletica visiva sul piano di calpestio può essere vantaggiosamente utilizzata anche da tutti coloro che, sebbene abbiano, una vista efficiente, usufruiscono di un valido strumento di orientamento e navigazione negli spazi complessi o sconosciuti.

²¹⁵ Ogni variazione di materiale o del trattamento superficiale delle superfici verticali e orizzontali può comunicare alla vista o al tatto variazioni funzionali-spaziali o morfologiche-dimensionali del percorso.

²¹⁶ La conformazione architettonico-spaziale dei vari spazi/percorsi deve essere facilmente leggibile all'utente, fornirgli informazioni utili sia sul ruolo funzionale dell'ambiente in cui si trova (orientamento), sia sui piani di spostamento da effettuare per raggiungere la porta di ingresso all'atrio (wayfinding).

²¹⁷ Sorana Daniela, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale*, in *Paesaggio urbano*, 4/2000.

²¹⁸ Il colore utilizzato in forma di codice, ad esempio identificare i vari piani dell'edificio con dei colori-codice, costituisce un'informazione di orientamento e wayfinding.

²¹⁹ La caratterizzazione/differenziazione di illuminazione è in grado di fornire fuochi attentivi sulle informazioni di orientamento e wayfinding.

²²⁰ Intendendo per essa l'uso di immagini o il trattamento in senso grafico delle superfici architettoniche. Si pensi ad esempio all'efficacia di memorizzazione e leggibilità di dell'ambiente che può essere raggiunta prevedendo un sistema grafico di identificazione dei vari piani dell'edificio attraverso l'adozione di immagini simbolo coerentemente scelte.

Requisito	Specifica
	<p>caratterizzare/distinguere i percorsi destinati agli utenti da quelli destinati al personale, le aree destinate all'attesa, agli esercizi commerciali, ai servizi, ecc. dai percorsi, così come i percorsi dei diversi piani di cui è composto l'edificio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della veicolazione dei rumori</i>: Veicolare attraverso la conformazione architettonica spaziale quei suoni che veicolano le informazioni di orientamento e wayfinding. Ad esempio valorizzare il rumore delle porte automatiche dell'ascensore o degli accessi agli ambienti, il suono di strumentazioni e attrezzature come dispenser di prodotti, obliteratrici di biglietti, ecc. costituisce una fonte preziosa di informazione per la scelta delle destinazioni cercate. • <i>Controllo delle variazioni di larghezze e lunghezze dei percorsi</i>: Caratterizzare/distinguere i percorsi attraverso variazioni dimensionali di larghezza e lunghezza per gerarchizzare i percorsi e distinguere quelli principali e da quelli secondari²²¹.
Adeguatezza cromatica e di finitura degli elementi tecnici	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo del trattamento cromatico delle superfici orizzontali e verticali</i>: Il trattamento cromatico usato per le superfici delle pavimentazioni a scopo estetico, come righe e grafismi, non deve generare illusioni ottiche di appiattimento dei dislivelli o di creazione di effetti gradino. L'uso di associare colori fortemente differenziati (scuri.chiari o freddi-caldi) potrebbe evitare effetti di illusione ottica. Il trattamento cromatico del rivestimento delle pavimentazioni e delle pareti deve avere una colorazione tale da contribuire ad aumentare la luminosità degli ambienti. • <i>Controllo del coefficiente di riflessione delle superfici di pavimenti e pareti</i>: Si vedano a tale proposito i valori di tale specifica determinati nella scheda di relazione con i fattori ambientali e funzionali-spaziali. • <i>Controllo delle variazioni altimetriche della superficie di calpestio</i>: Le variazioni di livello presenti sul piano di calpestio lungo il percorso (gradini isolati, inizio di rampe, ecc.) devono essere rese visivamente, tattilmente e acusticamente evidenti attraverso variazioni cromatiche, di materiale o di finitura della pavimentazione. Per facilitare il riconoscimento della prima rampa in discesa della scala è opportuno indicare il cambiamento di condizione del percorso con una variazione cromatica e aptica²²²: Una fascia al pavimento di materiale e colore diverso e comunque percepibile anche apticamente e acusticamente deve essere situata ad almeno 30 cm dal primo e dall'ultimo gradino(codice di pericolo valicabile), per indicare l'inizio e la fine della rampa. La presenza di gradini isolati lungo il percorso deve essere segnalata anche attraverso l'uso di un materiale/colore dell'alzata diverso rispetto al resto della pavimentazione. In tali casi scegliere colorazioni vivaci e intense all'estremità dello spettro, piuttosto che tinte contenenti molto bianco (beige, celeste, grigio chiaro, ecc.). I gradini delle scale, durante la discesa, devono poter essere chiaramente distinguibili l'uno dall'altro, quindi segnalati con un elemento ricorrente, l'inserito antiscivolo e lo spigolo protettivo potrebbero essere un modo per rendere distinguibili i gradini l'uni dall'altro, inoltre sono da evitare effetti trompe-l'oeil dovuti a grafismi (righe, disegni vistosi) o a tagli improvvisi di luce.
Adeguatezza dimensionale dei percorsi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo delle larghezze dei percorsi</i>: I percorsi in genere (corridoi, rampe inclinate, scale, ecc.) devono avere larghezze tali da consentire il comodo e agevole transito, tutte le manovre di svolta ed inversione ai diversi ingombri degli utenti, nonché il passaggio simultaneo di almeno due persone. Si consiglia, pertanto, una larghezza minima di 180 cm²²³. • <i>Controllo delle lunghezze dei percorsi</i>: I percorsi di collegamento tra ambienti e funzioni non dovrebbero essere particolarmente lunghi; La lunghezza delle rampe inclinate e il numero di gradini presenti nelle rampe di scale devono essere contenuti per ridurre l'affaticamento fisico e psicologico, è preferibile che ogni rampa (inclinata o di scala) preveda l'interruzione con un pianerottolo in grado di consentire il recupero delle energie ed eventualmente arrestare la caduta di un corpo umano. Ogni 10 m di lunghezza la rampa inclinata deve prevedere un ripiano orizzontale di dimensioni minime pari a 1,50 x 1,50 m, ovvero 1,40 x 1,70 m in senso trasversale e 1,70 m in senso longitudinale al verso di marcia²²⁴.
Adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della morfologia del profilo dei gradini</i>: Il profilo del gradino deve presentare preferibilmente un disegno continuo a spigoli arrotondati, con sottogrado inclinato rispetto al grado, e formante con esso un angolo di circa 75°-80°. Sono da evitare soluzioni progettuali dei profili dei gradini in cui il piano della pedata è sporgente rispetto al filo dell'alzata²²⁵. • <i>Controllo delle variazioni altimetriche dei piani di calpestio</i>: I piani di calpestio devono essere prevalentemente orizzontali e privi di variazioni altimetriche. Sarebbe opportuno evitare la presenza di gradini isolati. Le eventuali variazioni altimetriche presenti lungo i percorsi devono essere risolte con rampe inclinate²²⁶. Qualora al lato della rampa sia presente un parapetto non pieno, la rampa deve avere un cordolo di almeno 10 cm di altezza²²⁷. La pendenza trasversale massima ammissibile del piano di calpestio è dell'1%²²⁸.

²²¹ Larghezza e lunghezza caratterizzano i percorsi dal punto di vista visivo e sonoro.

²²² Per il modello mobilità con grave/assente riduzione della funzionalità visiva la presenza, senza segnalazioni, di variazioni altimetriche lungo il percorso (discese, salite, scale, ecc.) può rappresentare un vero pericolo. Infatti, in mancanza di segnalazione della rampa, il modello potrebbe venirsi a trovare inconsapevolmente sulla discesa.

²²³ Tale misura è stata ricavata dalle tabelle antropometriche che definiscono la dimensione dell'ingombro di diverse categorie di utenti. Si tratta di una misura che tiene conto esclusivamente delle esigenze di accessibilità degli utenti e non dei carichi di utenza a cui l'edificio è sottoposto. Pertanto le dimensioni ivi previste sono da considerarsi come minimi accettabili per gli utenti e non per il servizio erogato nell'edificio pubblico.

²²⁴ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²²⁵ Baglioni Adriana, *Sicurezza negli ambienti di vita*, in Manuale di progettazione edilizia. Vol. 3, Hoepli Editore, Milano, 1996 e D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²²⁶ Non viene considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m ottenuto esclusivamente mediante rampe inclinate poste in successione. Cfr. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*. Si rimanda a tale proposito al requisito di disponibilità di attrezzature mobili lungo il percorso. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²²⁷ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²²⁸ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

Requisito	Specifica
Continuità della texture della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo delle pendenze delle superfici di calpestio inclinate</i>: Le superfici di calpestio inclinate (rampe, salite, discese) devono avere una pendenza preferibilmente < 5%, nel caso in cui ciò non sia possibile la pendenza non deve essere superiore all'8%²²⁹. • <i>Controllo della morfologia dell'inizio e della fine di rampe inclinate e scale</i>: All'inizio e alla fine delle rampe (inclinate e di scale) che danno sui corridoi o spazi comuni si deve prevedere una piattaforma di distribuzione di ingresso o di arrivo per evitare che l'utente che termina la salita o la discesa si trovi immediatamente coinvolto nel flusso di utenti che percorre il corridoio intercettato. Tali piattaforme di distribuzione devono avere una profondità di almeno cm 180.²³⁰ • <i>Controllo della morfologia delle pedate e delle alzate delle scale</i>: Le pedate dei gradini devono avere una forma tale da consentire il comodo e stabile appoggio del piede su di esse. Sono da preferire pedate di forma rettangolare, mentre sono da evitare pianerottoli d'angolo e gradini in diagonale, che per loro formato non consentono un pieno e stabile appoggio del piede²³¹. • <i>Controllo dimensionale delle pedate e delle alzate delle scale</i>: I gradini che compongono le rampe di scale devono essere caratterizzati da un rapporto tra alzata e pedata adeguato alle diverse abilità fisico-motorie. L'alzata deve essere compresa tra i 14 e i 18 cm, la pedata deve essere compresa tra i 28 e i 36 cm²³². • <i>Controllo della morfologia del profilo dei singoli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione</i>: Preferire profili continui dei singoli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione. Eventuali profili zigrinati o a rilievo dovrebbero presentare dimensioni delle alternanze pieni-vuoti inferiori a 5 mm di larghezza e a 2 mm di profondità²³³. • <i>Controllo del dimensionamento delle fughe tra gli elementi costituenti la pavimentazione</i>: Le fughe eventualmente presenti tra gli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione devono presentare giunture di larghezze inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli, ed essere piane con eventuali sbalzi di spessore rispetto al filo della superficie non superiori a mm 2²³⁴. • <i>Controllo dei grigliati presenti sulla superficie di calpestio</i>: Evitare la presenza di grigliati sulla pavimentazione in corrispondenza delle traiettorie che gli utenti devono seguire per percorrere gli spazi. I grigliati, eventualmente presenti sulla pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro; i grigliati ad elementi paralleli devono comunque essere posti con gli elementi ortogonali al verso di marcia²³⁵.
Controllo dell'integrità fisico-materica della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della presenza di elementi danneggiati</i>: L'intera pavimentazione ed i suoi singoli elementi devono presentarsi/mantenersi integri, non danneggiati, privi di buche dovute a mattonelle mancanti o a crepe/rotture o scheggiature delle stesse, o usura delle fughe²³⁶. L'intera pavimentazione deve essere priva di avvallamenti. • <i>Controllo della stabilità dell'ancoraggio del rivestimento al supporto della pavimentazione</i>: Gli elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione devono presentarsi/mantenersi ben ancorati ed aderenti al supporto per consentire uno stabile appoggio all'utente²³⁷.
Disponibilità di attrezzature di svago e commercio lungo il percorso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della presenza/assenza di attrezzature di svago e commercio lungo i percorsi</i>: Prevedere la presenza di attrezzature/allestimenti di svago e commercio in tutti i percorsi particolarmente lunghi e negli edifici complessi. Per attrezzature/allestimenti di svago e commercio si intendono sia le attrezzature fisse sia gli allestimenti temporanei per favorire lo svago e l'attrazione dell'utente durante l'attività del percorrere, come ad esempio negozi, allestimenti di opere d'arte, ecc.
Disponibilità di attrezzature mobili nel percorso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della presenza/assenza di attrezzature mobili lungo i percorsi</i>: Prevedere sempre la presenza di ascensori per collegare tutti i piani presenti nell'edificio. Prevedere la presenza di scale mobili in via alternativa ai collegamenti verticali pedonali troppo lunghi e faticosi, o tapis roulant in via alternativa ai percorsi pedonali con piani di calpestio orizzontali/inclinati più lunghi e faticosi. Le dimensioni e le morfologie di tali attrezzature mobili devono essere conformi alle norme relative all'accessibilità²³⁸.
Disponibilità di attrezzature per la sosta	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della presenza/assenza di attrezzature per la sosta</i>: Prevedere la presenza di aree attrezzate per la sosta lungo i percorsi particolarmente lunghi o in tutti quei casi in cui le caratteristiche fisiche possono comportare affaticamento fisico-motorio all'utente. Le aree per la sosta devono avere una profondità almeno di 180 cm²³⁹ per consentire una comoda sosta a tutti gli utenti. Le aree per la sosta devono essere disposte in maniera tale da non intralciare il normale flusso di utenza che si muove lungo il percorso.
Disponibilità di sostegni fissi lungo il percorso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della presenza/assenza di sostegni fissi lungo il percorso</i>: Prevedere la presenza di sostegni e appigli, come ad esempio i corrimano a parete in corrispondenza di rampe inclinate, rampe di scale e gradini, queste attrezzature possono rappresentare un comodo ausilio per il sostegno dell'equilibrio. In tali circostanze i corrimano devono essere presenti su ambo i lati del percorso/corridoio, per permettere a due persone di scendere contemporaneamente con la stessa

²²⁹ Pendenze con valori da 0 al 5% sono percepite dagli utenti come *facilmente accessibili*, pendenze con valori compresi tra il 6% e l'8% sono percepite come *moderatamente accessibili*, mentre le pendenze superiori all'8% sono superabili non autonomamente ma con l'aiuto di un accompagnatore. Tali valori sono stati tratti da Vescovo Fabrizio, *Accessibilità e barriere architettoniche: raccolta sistematica e commentata della normativa con guida tecnica alla progettazione degli spazi accessibili*, Maggioli, Rimini, 1990.

²³⁰ Per la determinazione di tale parametro si è fatto riferimento al D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*, nonché ai dati antropometrici dei modelli di mobilità.

²³¹ Baglioni Adriana, *Sicurezza negli ambienti di vita*, in Manuale di progettazione edilizia. Vol. 3, Hoepli Editore, Milano, 1996

²³² Baglioni Adriana, *Sicurezza negli ambienti di vita*, in Manuale di progettazione edilizia. Vol. 3, Hoepli Editore, Milano, 1996

²³³ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²³⁴ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²³⁵ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²³⁶ A tale proposito si vedano le specifiche della resistenza ai carichi statici e dinamici delle pavimentazioni

²³⁷ A tale proposito si vedano le specifiche della resistenza ai carichi statici e dinamici delle pavimentazioni

²³⁸ Si può fare riferimento alle prescrizioni dettate dal D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²³⁹ Tale dato è stato ricavato considerando l'ingombro di una mamma con il passeggino.

Requisito	Specifica
	<p>sicurezza e consentire la scelta di appoggio con la mano sinistra o destra.. Prevedere sostegni fissi a parete (appigli, corrimano, piani d'appoggio, ecc.) lungo i percorsi particolarmente lunghi, anche se caratterizzati da superfici di calpestio orizzontali può favorire i compiti di deambulazione in tutti gli individui.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo delle altezze da terra dei sostegni fissi:</i> I sostegni fissi a parete o a terra devono essere collocati ad un'altezza dal piano di calpestio pari a h 90/110 cm. Sarebbe opportuno aggiungere un secondo appiglio ad un'altezza dal piano di calpestio pari a 70/75 cm, di sezione tubolare con diametro pari a 30 mm. • <i>Controllo delle distanze dalle pareti dei sostegni fissi:</i> I sostegni fissi a parete devono essere scostati dalla parete ad una distanza di 4,5 cm. • <i>Controllo della morfologia dei sostegni fissi:</i> La forma dei corrimano e/o appigli devono avere una sezione tondeggiante (tubolare) ed un diametro pari a 50 mm per favorirne la comoda e sicura presa. La forma e la dimensione della sezione della parte prendibile del sostegno fisso deve essere costante lungo tutto lo sviluppo del percorso²⁴⁰. Il terminale di corrimano e appigli deve essere concluso o ad anello per non consentire che gli indumenti possano impigliarsi in essi. • <i>Controllo dell'andamento dei sostegni fissi:</i> L'andamento dei sostegni fissi deve essere parallelo a quello del piano di calpestio. Il sostegno fisso non deve presentare interruzioni, ma essere continuo lungo lo stesso percorso²⁴¹ ed arrestarsi al loro termine. I sostegni fissi devono essere continui anche in corrispondenza delle variazioni di direzione del percorso, in particolare lungo i pianerottoli delle rampe di scale²⁴². Nei tratti di percorso in cui la superficie di calpestio non è orizzontale (rampe inclinate, scale, ecc.) i sostegni fissi devono prolungarsi 30 cm oltre il primo e l'ultimo gradino²⁴³.
Piacevolezza tattile e visiva degli elementi tecnici e delle attrezzature	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo del trattamento superficiale delle pareti:</i> Il trattamento superficiale delle pareti deve essere piacevole al tatto e non lesivo, né troppo liscio, né troppo ruvido, non freddo e né caldo. • <i>Controllo del trattamento superficiale dei sostegni fissi:</i> La superficie dei sostegni fissi, eventualmente presenti lungo i percorsi, deve essere gradevole al tatto non fredda e né calda; non troppo liscia e scivolosa, né troppo ruvida e lesiva. • <i>Controllo degli effetti visivi e tattili apparenti dei sostegni fissi:</i> I sostegni fissi eventualmente presenti lungo il percorso devono fornire percezioni visive e tattili apparenti compatibili con le sue reali caratteristiche. Ciò equivale a dire che i sostegni fissi devono apparire all'utente che li guarda o li tocca ben saldi, solidi e ben ancorati per non generare la sensazione di non essere in grado di sostenere l'equilibrio. Ad esempio, sono sconsigliati appigli fissi o corrimano a fune, o con sezioni troppo esigue, che seppure resistenti all'appoggio forniscono sensazioni di instabilità e fragilità. • <i>Controllo degli effetti visivi e tattili apparenti degli elementi tecnici:</i> Sono da evitare superfici della pavimentazione lucide o lucidate²⁴⁴.
Planarità della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo delle variazioni di livello della pavimentazione:</i> La pavimentazione deve essere interamente priva di variazioni di livello anche minime e non assoggettabili a un gradino²⁴⁵. Evitare la presenza sul piano di calpestio di gradini isolati lungo il percorso²⁴⁶. Evitare variazioni di livello inferiori a 2,5 cm²⁴⁷. I diversi elementi costituenti il rivestimento della pavimentazione devono giacere sullo stesso piano. Gli eventuali zerbini, grigliati, percorsi guida presenti sulla pavimentazione devono essere ben incassati. • <i>Controllo dell'integrazione con le parti riparate:</i> Le parti di pavimentazione riparate devono giacere sullo stesso piano di quelle in essere e non devono determinare alcuna variazione di livello. • <i>Controllo della presenza di ostacoli o ingombri sulle traiettorie dei percorsi:</i> Le traiettorie che gli utenti devono seguire lungo gli spazi/percorsi devono essere libere e prive di qualsiasi tipo di ostacolo, ingombro o sagome sporgenti, come quelli dovuti a pilastri, colonne, arredi, attrezzature, ecc.²⁴⁸ • <i>Controllo dell'andamento planimetrico dei percorsi:</i> Preferire le planimetrie simmetriche facilmente visualizzabili come quelle a T a L a I e simmetriche che favoriscono la formazione di una mappa cognitiva; evitare corridoi curvilinei. Evitare corridoi/percorsi con andamenti obliqui o a spezzata che non favorendo la visione prospettica della sua fine, creano timori e perplessità nell'attraversamento. Evitare le scale a chiocciola. • <i>Controllo dell'andamento dei cambi di direzione lungo il percorso:</i> Prevedere svolte ed intersezioni ad angolo retto²⁴⁹. Lungo il percorso i punti critici sono quelli in cui operare una scelta tra due o più direzioni di navigazione. Le svolte ed intersezioni che deviano dall'angolo retto, in particolare quelle che si dispongono su direzioni che giacciono lungo le diagonali (45°, 180°) sono molto disorientanti. Qualsiasi cambio di direzione rispetto deve avvenire in piano²⁵⁰.
Regolarità del percorso e dei piani di calpestio	

²⁴⁰ A meno che la variazione non voglia comunicare informazioni funzionali-spaziali del percorso.

²⁴¹ A meno che questo non presenti, lungo il suo svolgimento, variazioni di funzioni che devono essere comunicate all'utente anche tramite una variazione del sostegno fisso.

²⁴² In particolare nei percorsi con piano di calpestio inclinato (scale, rampe inclinate) il momento critico è rappresentato dall'inversione di movimento, cioè quando si passa alla rampa successiva.

²⁴³ Tale soluzione è utile ad assicurare l'equilibrio dell'utente fino al compimento dell'attività di discesa e salita. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²⁴⁴ Finiture lucenti o lucidate delle pavimentazioni forniscono effetti visivi apparenti non compatibili con le reali caratteristiche del pavimento. Tale trattamento superficiale, infatti, suggerisce all'utente che guarda la pavimentazione l'informazione di essere bagnata, mentre nella realtà è asciutta.

²⁴⁵ Tutte le variazioni di livello inferiori a 2,5 cm non sono assoggettabili a un gradino. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*. In effetti tutte quelle variazioni di livello minime non assoggettabili a veri e propri gradini possono rappresentare pericolo di inciampo sulla pavimentazione oltre che di discomfort.

²⁴⁶ Se la presenza del gradino isolato lungo il percorso è inderogabilmente necessaria questo deve essere realizzato secondo quanto previsto dai requisiti di *adeguatezza morfologica e altimetrica dei piani di calpestio e di adeguatezza cromatica e di finitura delle pavimentazioni*. Quindi avere dimensioni, morfologie e trattamenti cromatici e aptici adeguati ai diversi modelli di mobilità.

²⁴⁷ Tutte le variazioni di livello inferiori a 2,5 cm non sono assoggettabili a un gradino. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*. In effetti tutte quelle variazioni di livello minime non assoggettabili a veri e propri gradini possono rappresentare pericolo di inciampo sulla pavimentazione oltre che di discomfort.

²⁴⁸ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

²⁴⁹ Sorana Daniela, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale*, in Paesaggio urbano, 4/2000.

²⁵⁰ D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata*.

Requisito	Specifica
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo del numero di cambi di direzione lungo il percorso</i>: Il numero di cambi di direzione presenti all'interno del percorso deve essere congruo rispetto alla lunghezza complessiva del percorso da effettuare. Eccessivi numeri di svolte possono creare affaticamento fisico e psichico negli utenti²⁵¹. • <i>Controllo della regolarità delle variazioni altimetriche delle superfici di calpestio</i>: Le rampe di cui è costituita la scala devono contenere lo stesso numero di gradini. Per ogni rampa di scale i gradini devono avere la stessa altezza di alzata e profondità di pedata, inoltre le morfologie di alzata e pedata devono essere le stesse durante tutto lo sviluppo della scala²⁵².
Resistenza all'impronta della pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controllo della consistenza del rivestimento della pavimentazione</i>: Il rivestimento della pavimentazione deve monolitico, compatto e non discontinuo per tutto il suo spessore. Sono da evitare pavimentazioni in materiale discontinuo come sabbia, terreno, brecciolino. • <i>Controllo dell'impronta residua</i>: L'impronta residua che può formarsi sulla superficie del rivestimento della pavimentazione, quando sottoposta ai carichi d'utenza, deve essere $\leq 0,15 \text{ mm}$²⁵³.

²⁵¹ Eccessivi di cambi di direzione in brevi tratti di percorso per evitare di creare effetto labirinto ed essere causa di stati di ansia e perdita di orientamento. Sorana Daniela, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale*, in *Paesaggio urbano*, 4/2000.

²⁵² Tali soluzioni faviscono il compito di riconoscimento dell'elemento tecnico *scala*. Il modello mobilità con grave riduzione/assenza della funzionalità visiva tenta di conoscere l'andamento morfologico di tutta la scala contando il numero di gradini presenti sulla prima rampa. Rampe con numeri di gradini differenti lungo tutto lo svolgimento della scala potrebbero confondere l'utente e determinare situazioni di pericolo. D.M. Min LLPP 14 giugno 1989, n. 236 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica e sovvenzionata e agevolata* e Manuale Loges, *Linea di Orientamento Guida e Sicurezza - Guida alla progettazione*, Cooperativa Sociale Servizi Integrati S.r.l., Edizione Aprile 2001.

²⁵³ UNI 8273/1981 edilizia. Rivestimenti in gomma per pavimentazioni. Requisiti; e UNI EN 433/1995 *Edilizia. Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico*.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia per argomento

ACCESSIBILITÀ, BARRIERE ARCHITETTONICHE, SAFETY

- Argentin Ileana, *Eliminazione barriere architettoniche: progettare per un'utenza ampliata*, con Matteo Clemente, Tommaso Empler, DEI Tipografia del genio civile, Roma, 2004.
- Lauria Antonio, Spadolini Pierluigi, *La comunicatività ambientale*, in *Paesaggio Urbano* n. 1/2002.
- Leris Fantini, *Superare le barriere architettoniche, migliorando il comfort e la sicurezza: schede tecniche per "progettare la normalità"*, Maggioli, Rimini, 2001.
- Manuale Loges, *Linea di Orientamento Guida e Sicurezza - Guida alla progettazione*, Cooperativa Sociale Servizi Integrati S.r.l., Edizione Aprile 2001.
- Monzeglio Eugenia, *Barriere architettoniche*, Testo & Immagine, Torino, 2001.
- Sorana Daniela, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale*, in *Paesaggio urbano*, 4/2000.
- Casolaro Massimo, *Progetti per una casa sicura*, EDIFAI, Monza, 1999.
- Vescovo Fabrizio, *Progettare per tutti senza barriere architettoniche: criteri ed orientamenti per facilitare l'accessibilità urbana ed il comfort ambientale: aggiornato con il DPR 24 luglio 1996 n. 503*, (a cura di), con Tommaso Empler, Daniela Orlandi, Silvia Sargenti; contributi di Giovanna Alvino...[et altri]. Maggioli, Rimini, 1997.
- Baglioni Adriana, *Sicurezza negli ambienti di vita*, in *Manuale di progettazione edilizia*. Vol. 3, Hoepli Editore, Milano, 1996.
- Lentini Biagio, *Sicurezza. Generalità*, in *Manuale di progettazione edilizia*. Vol. 1, Hoepli Editore, Milano, 1996.
- Di Sivo Michele, *Guida alla progettazione senza barriere: metodi, criteri e strumenti per l'accessibilità dell'ambiente costruito*, con Biagio Lentini, Alinea, Firenze, 1995.
- Astrusa Fabrizia, Rustichelli Roberto, Zampicini Franco, *Barriere architettoniche: un progetto per l'uomo* (a cura di), BE-MA, Milano, 1991.
- Lombardo Salvatore, *Residenze per anziani : Tipologie di alloggi. Tipologie di strutture residenziali. Barriere architettoniche e sensoriali. Appendice legislativa*, Dario Flaccovio, Palermo, 1991.

- Vescovo Fabrizio, *Accessibilità e barriere architettoniche : raccolta sistematica e commentata della normativa con guida tecnica alla progettazione degli spazi accessibili*, Maggioli, Rimini, 1990.
- Moro Silvio, *Prevenzione dei rischi in ospedale*, con M. Lizza, S. Campobello, C. Molino, Masson, Milano, 1987.

DEAMBULAZIONE, RISCHIO CADUTA, FATTORE UMANO

- Casciarri Giovanna, *Prevenire gli errori, imparare dagli errori. stop alle cadute*, (a cura di Marco Zucconi), in *professioneinfermiereumbria* nr.1, 2007.
- Medina Filippo, *La presbiacusia*, in *Il giornale del dirigente*, nr. 5, maggio, 2007.
- Haslam Roger, Stubbs David, *Understanding and preventing falls*, Tylor & Fancis Group, Boca Raton, 2006.
- Modena Luciana, *Effetto Presbiacusia. Le alterazioni dell'udito: variabili e interventi*, in *Nursing*, luglio, 2006.
- Montanari Vittoria, *Capacità di deambulazione, componenti, modifiche, deficit e terapie*, *Nursing*, febbraio – marzo, 2006.
- Tioli Enzo, *Dallo spazio aptico alla rappresentazione immaginativo-motoria*, in *Tiflologia per l'Integrazione*, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 1 gennaio-marzo, 2006.
- Zingale Salvatore, *Segnare la strada: il contributo della semiotica al Wayfinding*, in *ergonomia*, nr. 4, 2006.
- Perry Jaquelin, *Analisi del cammino*, edizione italiana (a cura di) Maria Grazia Benedetti , Elsevier, 2005.
- Barbara, *L'esplorazione e la locomozione nel bambino non vedente: l'importanza della permanenza oggettuale*, in *Tiflologia per l'Integrazione*, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", Monza, nr. 1 gennaio-marzo, 2005.
- Kado Deborah, Huang Mei-Hua, Barrett-Connor Elisabeth and Greendale Gail. *Hyperkyphotic Posture and Poor Physical Functional Ability in Older Community-Dwelling Men and Women: The Rancho Bernardo Study*. The Journal of Gerontology Series A. Biological Sciences and Medical Sciences, 2005.
- Bortolin Corrado e Bosco Vitello Giovanni, *Il bastone bianco lungo, simbolo della cecità ed ausilio di mobilità (3a parte)*, in *Tiflologia per l'Integrazione*, Biblioteca Italiana per i Ciechi "Regina Margherita", nr. 2 aprile-giugno, Monza, 2004.

- Passali Desiderio, *La qualità della vita delle persone con problemi uditivi*, in *Ipoacusia. Vivere con un deficit uditivo oggi*, nr. 02, 2004.
- Pelicioli Daniela, *L'intervista al prof. Antonio Quaranta. La paura del silenzio*, in *Ipoacusia. Vivere con un deficit uditivo oggi*, nr. 02, 2004.
- Celani Marsico Vito, Moretti Biagio, Patella Vittorio, De Serio Salvatore, Simone Cristiano, *Analisi baropodometrica del passo in soggetti sani anziani ed in pazienti gonartrosici prima e dopo intervento di artroprotesi di ginocchio*, PI-ME, Pavia 2002.
- Del Nord Romano, *Architettura per l'alzheimer*, Regione Toscana Giunta Regionale, Dipartimento del diritto alla salute e delle politiche di solidarietà, Centro interdipartimentale TESIS, Università degli studi di Firenze, Centro Stampa Regione Toscana, Firenze 2002.
- Lombardo Salvatore, *Manuale per la progettazione di residenze per anziani*, Flaccovio, Palermo, 2001.
- Bellini, A. (a cura di) (2000). *Toccare l'arte. L'educazione estetica di ipovedenti e non vedenti* (2000). Roma: Armando.
- Boccardi Silvano, *La deambulazione dell'anziano e la prevenzione delle cadute*, in *Riabilitazione Oggi*, nr. 11, 2000.
- Loeb Carlo, *Neurologia diagnostica*, Springer Verlag Italia, 2000.
- Zani Bruna, Selleri Patrizia, David Dolores, *La comunicazione*, Carocci, Roma, 2000.
- Barker Victor, *Postura Posizione Movimento*, Edizioni Mediterranee, Roma, 1998.
- Galati Dario, *Vedere con la mente*, Franco Angeli, Milano, IV edizione, 1996.
- Hatwell Yvette, *Psychologie cognitive de la cécité précoce*, in Dario Galati (a cura di), *Vedere con la mente. Conoscenza, affettività, adattamento nei non vedenti*, Franco Angeli, 1996, Milano.
- Lauria Antonio, Legnante Enzo, *Cenni di antropometria ed ergonomia: le variabili dimensionali*, in manuale di progettazione edilizia, Ulrico Hoepli Editore, Milano, 1996.
- Curcio Silvano, Nesi Attilio, *Residenze sanitarie per anziani: strumenti per il controllo del progetto e del processo realizzativo*, Kappa, Roma, 1994.
- Millar Susanna, *Understanding and representing space. Theory and evidence from studies with blind and sighted children*. Oxford University Press, Oxford, 1994.
- Kandel Eric R., Schwartz James H., Jessell Thomas M., *Principi di neuroscienze*. Edizione italiana (a cura di) Virgilio Perri, Giuseppe Spidalieri, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1994.

- Troster Heinrich, Brambring Michael, *Early motor development in blind infants*. In Journal of Applied Psychology, nr. 14, 1993.
- Sacks Oliver, *Vedere voci*, Adelphi, Milano, 1990.
- Blake AJ., Morgan K., Dallosso H., Ebrahim SBJ., Arie THD., Fantem PH., Bassey EJ, *Modificazioni della deambulazione con l'età. Elderly people at home: prevalence and associated factors*. Age Ageing, 1988.
- Sussman Aaron, Goode Ruth, *The magic of walking*, Simon and Shuster, New York, 1967.

PAVIMENTAZIONI E PEDONALITÀ

- Felli Paolo, Lauria Antonio e Bacchetti Alessandro, *Comunicatività ambientale e pavimentazioni. La segnaletica di calpestio*, Edizioni ETS, Sesto Fiorentino (FI), 2004.
- Lauria Antonio, *Persone reali e progettazione dell'ambiente costruito: l'accessibilità come risorsa per la qualità ambientale*, (a cura di), contributi di Alessandro Bacchetti ... [et al.], Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 2003.
- Sorana Daniela, *Dalla segnaletica alla comunicazione ambientale: la progettazione del sistema di informazione di supporto all'orientamento e wayfinding in edifici complessi*, in Paesaggio Urbano, nr. 04/00, Maggioli Editori, Rimini, Luglio-agosto 2000.
- Capasso Aldo, *Camminare e vedere: un concetto, un patrimonio, una filosofia di progetto*, (a cura di), prefazione di Eduardo Vittoria, scritti di Immacolata Aprea... [et al.], contributi di Renato De Fusco... [et al.], Prismi, Napoli, 1997.
- Breymann Gustav Adolf, *Pavimenti, intonaci, pareti, impalcature, tavolati*, Librerie Dedalo, Roma, 1995.
- Lauria Antonio, *La pedonalità urbana : percezione extra-visiva, orientamento, mobilità*, Maggioli, Rimini, 1994.
- Botti Silvia, *Le pavimentazioni*, I manuali di Ville e giardini 2, Elemond, Milano, 1992.
- Bauer, Bowden, Brownw, Duggan, Lyons, *Shop Floor control systems*, Chapman Hall, London, 1991.
- Fumo Marina, *Le pavimentazioni: norma e progetto*, Cuen, Napoli, 1991.
- Canavesio Giovanni, *Pavimenti: progetto: scelta, applicazione, manutenzione*, BE-MA, Milano, 1990.
- Pizzi Emilio, *Guida alla progettazione: le pavimentazioni*, Le guide di Modulo, BE-MA, Milano, 1987.

- Montella Archimede, *Costruzione, valutazione e manutenzione delle pavimentazioni degli aeroporti*, Lithorapid, Napoli, 1983.
- Giannattasio Pietro, *Il progetto delle pavimentazioni aeroportuali*, Lithorapid, Napoli, 1981.
- Franciosa Nicola, *La pavimentazione nell'edilizia*, F. Fiorentino, Napoli, 1965.

PAVIMENTI E SAFETY

- Carpenter J., Lazarus D., Perkins C., *Safer surfaces to walk on reducing the risk of slipping*, Ciria, London 2006.
- Hugli Martin, *Pavimenti e rivestimenti. Requisiti in materia di resistenza antisdrucchiolo negli ambiti pubblici e privati con pavimenti scivolosi*, UPI, Berna, 2005;
- Hugli Martin, *Pavimenti e rivestimenti. Progettazione, posa e manutenzione di pavimenti sicuri*, UPI, Berna, 2005;
- Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica sotto controllo*, Edicer, Bologna, 2005.
- Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Edicer, Bologna, 2004.
- Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo*, Edicer, Bologna, 2004
- Lemon P. W. *Pedestrian safety: a study of real workplace floor surface contamination*, Health & Safety Laboratory, Buxton, 2003.
- Marigold D. S. and Patla A. E., *Strategies for dynamic stability during locomotion on a slippery surface: effects of prior experience and knowledge*, Journal of neurophysiology, 2002.
- Pederzoli Roberto, *La sicurezza dei pavimenti*, lezione al corso di formazione post lauream progettare per tutti senza barriere, 10° edizione, Università degli studi di Roma La Sapienza, Roma, A.A. 2001–2002.
- Chang Wen-Ruey, *The effect of surface roughness and contaminant on the dynamic friction of porcelain tile*, Applied Ergonomics, nr. 32, p.173-184, 2001.
- Chang Wen-Ruey, *The effect of filtering processes on surface roughness parameters and their correlation with the measured friction*. Part II: porcelain tiles. Safety Science, nr. 36, p. 35-47, 2000
- De Zanna Giovanni, *Safe and barrier free floors*, Ariostea/HB Group, Castellarano (RE), 2000.

- Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *A proposito di piastrelle. Le regole. Guida alle norme sulla qualità e sulle caratteristiche delle piastrelle di ceramica italiane*, Edicer, Bologna, 2000.
- Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *A proposito di piastrelle. Guida all'acquisto, destinazione delle piastrelle di ceramica per pavimenti e rivestimenti*, Edicer, Bologna, 2000.
- Chang Wen-Ruey, *The effect of surface roughness on the measurements of slip resistance*. International Journal of Industrial Ergonomics, nr. 24, p.299-313, giugno 1999.
- Timellini Giorgio, Polmonari Carlo, *The Italian Ceramic Tile, Dictionary. A dictionary of the most common terms used in the ceramic tile trade*, Edicer, Bologna, 1999.
- Cattell David, *Specialist Floor Finishes*, Routledge. Tylor & Francis Group, UK, 1989.

QUALITÀ

- Di Battista Valerio, Giallocosta Giorgio, Minati Gianfranco (a cura di), *Architettura e Approccio Sistemico*, Polimetrica, Monza, 2006.
- Attaianese Erminia, De Margheriti Gabriella e Duca Gabriella, *Applicare i principi della norma ISO 9000/2000 al controllo della qualità edilizia: il fattore umano come elemento strategico*, In Strumenti e Metodi per la gestione della qualità nel costruire, Vol. I, La qualità nel progetto di architettura, A. Violano (a cura di) Alinea, Firenze 2005.
- Baldi Corrado e Sanvito Mario, *La gestione della qualità nel processo edilizio*, Milano, UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione, 2001.
- Morin Edgar, *La testa ben fatta: riforma dell'insegnamento e riforma del pensiero*, Milano, Raffaello Cortina, 2000.
- Erminia Attaianese, *La città malata*, Liguori editore, Napoli, 1997.
- Zaffagnini Mario, *Manuale di progettazione edilizia. Tecnologie: requisiti, soluzioni, esecuzione, prestazioni*, vol. 4, Hoepli, Milano, 1995.
- Normann Richard, *La gestione strategica dei servizi*, Milano, Etas libri, 1992.
- Del Nord Romano, *Verso l'edificio intelligente : un nuovo modo di progettare e costruire*, Milano, BE-NA, 1989.
- Ciribini Giuseppe, *Tecnologia e progetto. Argomenti di Cultura Tecnologica della Progettazione*, C.E.L.I.D. ,Torino, 1984.
- Zaffagnini Mario, *Progettare nel processo edilizio : la realtà come scenario per l'edilizia residenziale*, a cura di Mario Zaffagnini, Bologna, L. Parma, 1981.

LEGGI E NORME

- DECRETO MINISTERIALE MM.LL.PP. 236 del 14 Giugno 1989 *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche.*
- LEGGE 138 del 03 aprile 2001, *Classificazione e quantificazione delle minorazioni visive e norme in materia di accertamenti oculistici.*
- DECRETO PRESIDENTE REPUBBLICA 503 del 24 Luglio 1996 *Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.*
- British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A. Tortus);
- UNI EN 14411/2007 *Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura.*
- UNI 11156-1/2006 Parte 1. *Edilizia. Valutazione della durabilità dei componenti edilizi. Terminologia e definizione dei parametri di valutazione.*
- UNI EN ISO 11064/2005 Parte 6 *Progettazione ergonomica di centri di controllo. Requisiti ambientali per centri di controllo.*
- UNI 7543/2004 (Parte 1) *Colori e segnali di sicurezza. Prescrizioni generali.*
- UNI 7543/2004 (Parte 2) *Colori e segnali di sicurezza. Proprietà colorimetriche e fotometriche dei materiali*
- UNI 8097/2004 *Metropolitane. Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie.*
- DIN 51130/2004 *Prüfung von Bodenbelägen. Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft - Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr, Begehungsverfahren. Schiefe Ebene. (Resistenza allo scivolamento delle pavimentazioni a piedi calzati).*
- AFNOR NF X 08-004 *Couleurs. couleurs d'ambiance pour les lieux de travail.*
- UNI EN 12825/2003 *Pavimenti sopraelevati.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 2 *Piastrelle di ceramica. Determinazione delle caratteristiche dimensionali e della qualità della superficie.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 3 *Piastrelle di ceramica. Determinazione dell'assorbimento di acqua, della porosità apparente, della densità relativa apparente e della densità apparente.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 4 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza a flessione e della forza di rottura.*

- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 5 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza all'urto mediante misurazione del coefficiente di restituzione.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 6 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza all'abrasione profonda per piastrelle non smaltate.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 7 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza all'abrasione superficiale per piastrelle smaltate.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 9 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza agli sbalzi termici.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 10 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della dilatazione dovuta all'umidità.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 11 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza al cavillo per piastrelle smaltate.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 13 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza chimica.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 14 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della resistenza alle macchie.*
- UNI EN ISO 10545/2000 Parte 16 *Piastrelle di ceramica. Determinazione di piccole differenze di colore.*
- UNI 10838/1999 *Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.*
- UNI EN 653/1998 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro.*
- UNI 10530/1997 *Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione.*
- UNI EN 685/1997 *Edilizia. Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Classificazione.*
- UNI EN 433/1995 *Edilizia. Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico.*
- UNI EN ISO 8402/1995 *Gestione per la qualità ed assicurazione della qualità. Termini e definizioni.*
- UNI 10380/1994 *Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale.*
- UNI EN 423/1994 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della macchiabilità.*
- UNI EN 101/1992 *Piastrelle di ceramica. Determinazione della durezza della superficie secondo la scala di Mohs.*

- UNI 7959/1988 *Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Analisi dei requisiti.*
- UNI 8272/1987 Parte 11 *Edilizia. Rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento.*
- UNI 8273/1981 *Edilizia. Rivestimenti in gomma per pavimentazioni. Requisiti.*
- UNI 8298/1986 Parte 4 *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici.*
- UNI 8298/1986 Parte 5 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua.*
- UNI 8290/1983 Parte 2 *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.*
- UNI 8380/1982 *Edilizia. Strati di sopporto di pavimentazione. Analisi dei requisiti.*
- UNI 8290/1981 *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.*
- UNI 8289/1981 *Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione.*
- UNI 8273/1981 *Edilizia. Pavimentazioni in gomma. Requisiti.*
- UNI 8087/1980 *Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti.*
- UNI 8012/1979 *Edilizia. Rivestimenti interni ed esterni. Analisi dei requisiti.*
- UNI 7999/1979 *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.*
- UNI 7998/1979 *Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia.*

DATI STATISTICI

- Statistiche UPI, *Ufficio svizzero per la prevenzione degli infortuni*, anno 2006.
- Statistiche ISTAT, *Istituto nazionale di Statistica*, anno 2006.
- Statistiche WHO, *World Health Organization Europe*, What are the main risk factors for falls amongst older people and what are the most effective interventions to prevent these falls?, HEN. Health Evidence Network, March 2004.

SITOGRAFIA

<http://www.assopiastrelle.it>

<http://www.ain-onlus.org>

<http://www.ccm-network.it>

<http://www.cencerbo.it>

<http://www.demauiroparavia.it>

<http://www.diversamenteabili.it>

<http://www.empa.ch>

<http://www.fisionline.org>

<http://www.geriatria.unimo.it>

<http://www.hbgroup.it>

<http://www.iapb.it>

<http://www.inail.it>

<http://www.italservizi.it>

<http://www.iso.com>

<http://www.istat.it>

<http://www.libertymutual.com>

<http://www.oculista.it>

<http://www.pforster.ch>

<http://www.progettarepertutti.org>

<http://www.pvcforum.it>

<http://www.studiodiclemente.it>

<http://www.sicurinsieme.it>

<http://www.tomstardust.com>

<http://www.treccani.it>

<http://www.unicef.it>

<http://www.upi.ch>

<http://www.wikipedia.it>